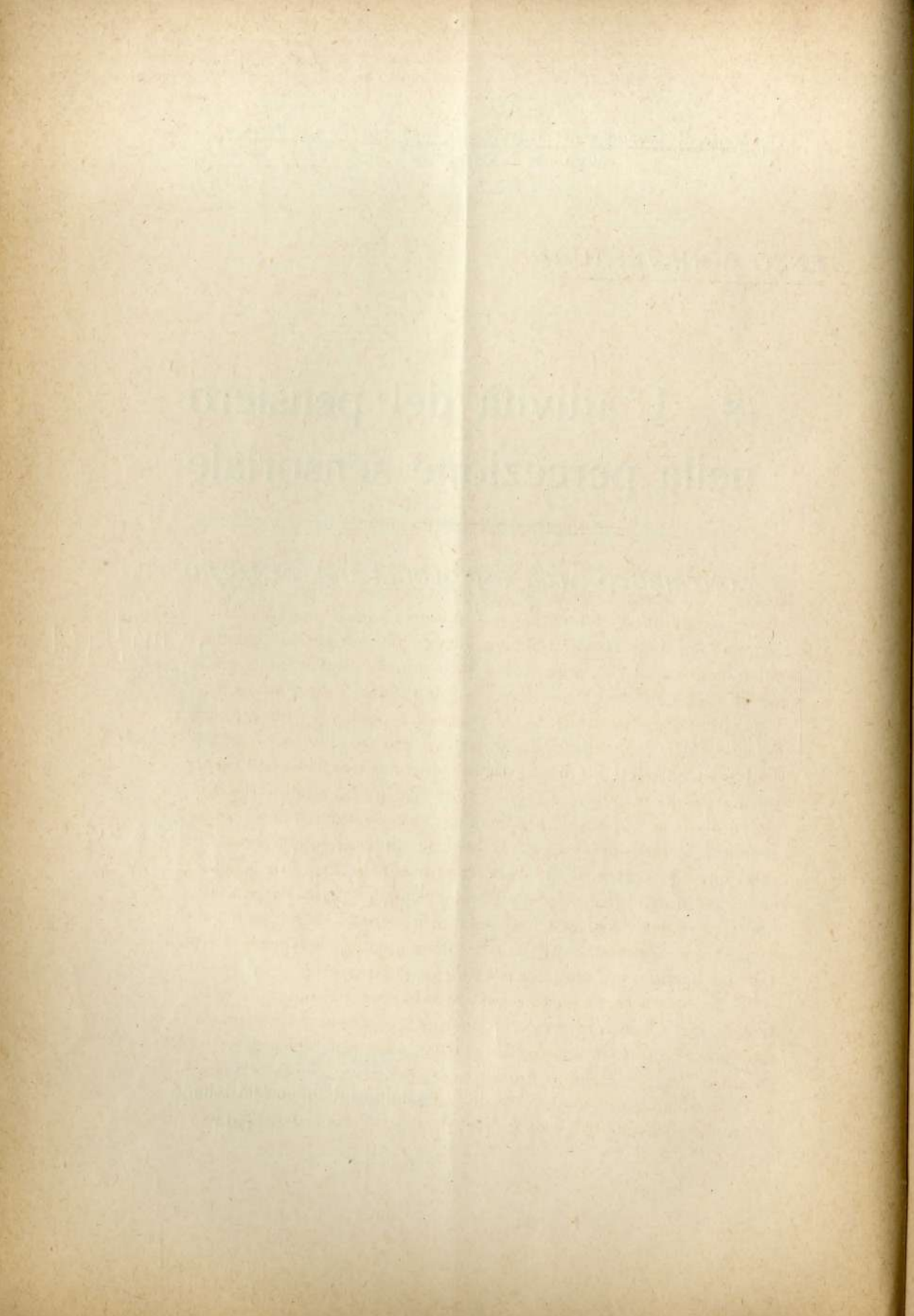
Laboratorio di Psicologia del R. Istituto di Studi Superiori in Firenze
diretto da F. DE SARLO

ENZO BONAVENTURA

L'attività del pensiero nella percezione sensoriale

CONTRIBUTO ALLA PSICOLOGIA DEL PENSIERO

Estratto dalla *Rivista di Psicologia*
Anno XIII, N. 2-3 - 1917 :: :: ::

BOLOGNA
Stabilimenti Poligrafici Riuniti
1917

I. — Posizione del problema.

Il mondo delle qualità sensoriali sta di fronte a noi come oggetto e termine della nostra attività conoscitiva. Colori, suoni, temperature, odori, sapori, pressioni, sono qualità che il pensiero cerca di assimilare, di includere nel complesso sistema della conoscenza, ma che, come tali, non si risolvono in elementi intelligibili. Io avverto, p. es., un colore; finchè mi limito a questo puro avvertimento, a registrare quella modificazione del mio stato derivante dalla presenza, dinanzi a me, di questa qualità sensoriale, non posso ancora dire di *conoscere* nel vero senso; perchè io possa dire di *conoscere* quella qualità sensoriale, ossia di saperne qualche cosa, è necessario che il mio pensiero stenda, per così dire, intorno ad essa quella rete di relazioni che costituiscono la sua natura e la sua vita. Quale elaborazione il pensiero deve compiere delle qualità sensoriali per farle entrare nel sistema della conoscenza? come tenta, il pensiero, di penetrare nel mondo delle qualità sensoriali e di far suo un dominio che, come tale, gli è estraneo?

Il problema, così posto, è essenzialmente psicologico, e la ricerca della sua soluzione con metodi sperimentali costituisce uno dei capitoli più interessanti della psicologia del pensiero. In fatto, qui vediamo la funzione del pensiero rivolta a scuoprire e ad afferrare quel tanto che vi può essere di intelligibile nel mondo esterno, ad enuclearne gli aspetti che corrispondono

alla sua natura, a stabilire ordine, razionalità, sistema nel mondo dei dati dei sensi, a fare insomma dei puri *dati* l' organismo della nostra esperienza. Ognuno vede l' importanza straordinaria di questa indagine psicologica per lo studio dei più ardui problemi di teoria della conoscenza e della scienza.

Stabilito il problema su basi sperimentali, esso si scinde per quanti sono i gruppi fondamentali delle nostre qualità sensoriali; giacchè non è presumibile che i mezzi messi in opera dal pensiero per elaborare ad es. i colori siano gli stessi con cui viene tentata elaborazione intellettuale delle temperature o degli odori; ciascuna classe di qualità sensoriali presenta infatti caratteri specifici intrinseci al suo ordinamento (si ricordi, ad es., che i colori dello spettro formano una serie ciclica, mentre la scala dei suoni forma una serie lineare periodica; e che le diverse modalità di sensazioni sono in vario modo connesse con la spazialità), ed offre anche al pensiero differenti appigli (associazioni, ricordi, reazioni affettive etc.) per l' esplicazione della sua attività elaboratrice. Come primo saggio di questa ricerca, che meriterebbe di essere estesa e condotta sino a fondo, diamo nel presente lavoro i risultati degli esperimenti relativi all' elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali tattili, con l' intento di recare qualche utile contributo a questa parte della psicologia del pensiero.

Le sensazioni tattili, com' è noto, sono tutte qualitativamente uguali: quelle differenze che sogliono rilevarsi tra la sensazione di una punta e quella di una superficie estesa, tra le sensazioni del liscio e del ruvido, del molle e del resistente, non dipendono da differenze qualitative intrinseche alle semplici sensazioni di contatto, ma o dall' estensione della regione cutanea stimolata, o dal vario modo di distribuirsi delle sensazioni semplici in punti diversi della pelle, o dalla varia rapidità con cui si succedono le stimolazioni sugli stessi punti, o infine dal complicarsi delle sensazioni tattili con altre sensazioni (per lo più sottocutanee: sensazioni muscolari e articolari). Ma con un' analisi introspettiva accurata si osserva che, sebbene di qualità fondamentalmente unica, le sensazioni tattili non sono poi perfettamente identiche: tra un contatto avvertito ad es. sul dorso della mano e un contatto avvertito sulla fronte, vi è, anche se lo stimolo è in tutto e per tutto identico, una certa

differenza, una « sfumatura », come fu detto, che individua le due sensazioni, e che noi non sappiamo indicare altrimenti che come il « color locale » di ciascuna sensazione. A questa particolarità, a questo carattere per cui una sensazione tattile proveniente da un punto della superficie cutanea si distingue dalle sensazioni tattili provenienti da altri punti, fu dato, dal LOTZE in poi, il nome di « segno locale ». In virtù di questa particolarità intrinseca a ciascuna sensazione noi possiamo localizzare le sensazioni tattili riferendole ai punti della superficie cutanea su cui hanno agito gli stimoli.

Sorgono allora le domande: dentro quali limiti noi abbiamo la capacità di distinguere i segni locali delle diverse sensazioni tattili? Come è possibile, e con quali mezzi mentali si compie il processo di comparazione, di assimilazione e di differenziamento dei segni locali? Quali fattori e quali condizioni entrano a determinare il risultato finale di questo processo? Tali sono i problemi relativi all' elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali tattili, base della percezione tattile dello spazio; allo studio sperimentale di questi problemi è dedicato il presente lavoro.

Ricerche sulla localizzazione delle sensazioni tattili sono state fatte più volte e da diversi autori (1), sebbene non con l' in-

---

(1) Un chiaro riassunto dei lavori compiuti su tale argomento è dato dal PONZO (*Studio della localizzazione delle sensazioni tattili*, in « Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino », Serie II, vol. LX, 1910, pp. 41-106; l' ultimo lavoro notevole su questo tema). Ecco la nota bibliografica, che ci risparmierà nel seguito i richiami:

E. WEBER: *Tastsinn und Gemeingefühl.* (« Wagners 's Handwörterbuch der Physiologie », Bd. III, p. 481; 1846).

VOLKMANN: *Nervenphysiologie.* (« Wagner's Handw. », Bd. II, p. 571; 1844).

E. WEBER: *Ueber den Raumsinn und die Empfindungskreise in der Haut und im Auge.* (Berichte der Sächs. Gesell. d. Wissens., p. 85).

CZERMAK: *Physiologische Studien: Beiträge zur Physiologie des Tastsinnes*, III. (« Sitzungsberichte d. Wien. Akad., Bd. V, p. 466; 1855).

AUBERT e KAMMLER: *Untersuchungen üb. den Druck und Raumsinn der Haut.* (« Moleschott's Unters. zur Naturlehre der Menschen und der Thiere », Bd. V, p. 145; 1858).

KOTTENKAMPF e ULLRICH: *Versuche üb. den Raumsinn der Haut der oberen Extremität.* (« Zeitschr. für Biologie », Bd. VI, p. 37; 1870).

V. HENRY: *La localisation des sensations tactiles.* (« Année psychologique », vol II, p. 168; 1893).

tento con cui noi le abbiamo riprese e condotte. Il WEBER, che fece le prime ricerche, credeva di studiare semplicemente la sensibilità tattile. Egli si servì, come è noto, di due metodi, che sono stati poi spesso indicati coi nomi di « 1.° e 2.° metodo di WEBER ». Il 1.° metodo di W. consiste nell' applicare sopra la pelle, in una data regione, le due punte di un compasso a diverse distanze, e nell' invitare il Soggetto a dire quando avverte le due punte come ben distinte e quando gli sembra di avvertirne una sola: la distanza minima tra le due punte che è necessaria per avvertirle come ben distinte è la *soglia della sensibilità spaziale tattile*. Questa sensibilità spaziale (Raumsinn), che nel campo del tatto consiste nella capacità di distinguere tra loro due sensazioni cutanee per la diversità del luogo dove vengono provocate, non è, secondo il WEBER, una sensibilità specifica al pari delle altre, perchè non ha un organo proprio e non dà luogo a qualità sensoriali speciali, ma sorge da condizioni che si possono trovare in più altri organi sensoriali e che si basano sulla particolare disposizione delle fibre nervose nelle loro terminazioni sia periferiche che centrali. Così, nel campo del tatto, una regione innervata da una sola fibra nervosa costituirebbe un cerchio dentro il quale tutti i punti darebbero luogo, in seguito ad eccitazioni, a sensazioni spaziali tattili uguali, e dentro il quale perciò le due punte del compasso dovrebbero essere avvertite come una sola. Il WEBER, ed altri psicologi dopo di lui fino al MICHOTTE, prolungando gli esperimenti col compasso giunsero a dividere la superficie cutanea in un numero grandissimo di circoli tattili, di grandezza variabili da 1 a 67 mm. di diametro.

MICHOTTE: *Les signes régionaux*. (Bibliothèque de l' institut supérieur de Philosophie, Louvain, 1905).

W. LEWY: *Experimentelle Untersuchungen üb. das Gedächtnis*. (« Zeitschrift für Psychologie », Bd. VIII, p. 231; 1895).

PYLLSBURY: *Some questions of the cutaneous sensibility*. (« American Journal of Psychology », vol. III, p. 42; 1895).

PARRISH: *Localisation of cutaneous impressions by arm movement without pressure upon the skin*. (« American Journal of Psychology », VIII, p. 250; 1896-97).

V. HENRY: *Ueber die Raumwahrnehmung des Tastsinnes*. Berlin, 1898).

C. SPEARMAN: *Die Normaltäuschung in der Lagewahrnehmung*. (« Psychologiche Studien », Bd. I, p. 388; 1906).

Ma qui sorge subito, per controllare la tesi del WEBER e dei suoi seguaci, una domanda, a cui la risposta non può essere data altro che con metodo sperimentale: È vero che entro un circolo tattile è impossibile distinguere le sensazioni provenienti da punti diversi della pelle? O, in altri termini, è vero che tutti i punti compresi entro un circolo tattile posseggono identico segno locale? La soluzione del problema che ci siamo posti sarebbe forse già data dicendo che la capacità di distinguere i segni locali ha per limite il confine del circolo tattile? Il problema si affacciò, più o meno chiaramente, in seguito ai risultati ottenuti col 2.° *metodo di Weber*. Questo consiste nel toccare, con un bastoncino appuntito, o con un lapis, o con la punta di un compasso, un punto della pelle del S., il quale deve poi, ad occhi chiusi, indicare, mediante altro bastoncino o sim., il punto che è stato stimolato; si misura in grandezza e in direzione l' errore di localizzazione compiuto, e la media di una serie di esperimenti indica, sempre secondo il WEBER, la finezza della sensibilità spaziale tattile. È evidente che se tale fosse il significato di questo metodo, i risultati ottenuti con questo dovrebbero coincidere coi risultati ottenuti col 1.° metodo (del compasso), il quale appunto ci dà la misura della sensibilità spaziale tattile. Si verifica questa coincidenza tra i risultati dei due metodi? Se si verifica, vuol dire che i due metodi tendono, come pensava il WEBER, alla stessa misura; se non si verifica, vuol dire o che uno dei due metodi è sbagliato, o che essi hanno significato diverso.

Ora, la coincidenza dei risultati non si verifica: gli errori misurati col 2.° metodo di W. sono sempre *più piccoli* della minima distanza tra le due punte del compasso che, nel 1.° metodo, è necessaria per avvertire due sensazioni distinte. Lo CZERMAK (1855), che fu dei primi a seguitare le orme del WEBER e ne accettava incondizionatamente la dottrina dei circoli tattili, ne dedusse senz' altro: il 2.° metodo di W. è sbagliato; esso dà risultati puramente casuali, perchè il S. *non può* distinguere due sensazioni (quella provocatagli dallo Sperim. e quella che provoca da sè a sè stesso quando va tastando per ritrovare il punto stimolato) quando cadono ambedue entro uno stesso circolo tattile; ne segue che i valori medî degli errori, anche se ottenuti con molte esperienze, sono più piccoli del

vero, perchè i valori massimi non oltrepassano mai i limiti del circolo tattile, e i più numerosi sono più piccoli e possono anche, casualmente, essere uguali a zero.

A queste critiche, da cui verrebbe infirmata l'attendibilità dei risultati ottenuti col 2.° metodo di W., poco è stato replicato anche dagli altri psicologi che, fino ai giorni nostri, lo hanno usato sostenendo che ha un significato diverso dal 1.° metodo; ci sembra quindi necessario, prima di discutere le altre tesi sostenute intorno a questo argomento, eliminare subito ogni dubbio che potesse sorgere sulla validità di codesto metodo, che è quello seguito da noi nelle presenti ricerche.

Ognuno sente il tono dogmatico dell'affermazione dello CZERMAK: entro uno stesso circolo tattile *non si può* distinguere le sensazioni provenienti da punti diversi. Basta osservare come si svolgono gli esperimenti per confutare questa tesi. Si stimoli ad es. il S. sul dorso della mano, nella parte media, in corrispondenza del corpo del III Metacarpale; il S., per cercare il punto stimolato, va tastando diversi punti nel suo contorno, distanti tra loro di 1, 2, 3.... mm., finchè si ferma a quello che gli sembra il più vicino al punto stimolato. Tutti i punti tastati e scartati sono certo compresi entro uno stesso circolo tattile, perchè nella regione suddetta la distanza delle punte del compasso necessaria per avvertirle distinte è, secondo la scala di WEBER, di 31 mm., e quindi il circolo tattile intorno al punto stimolato ha un raggio di 15,5 mm. Il S. dunque non dovrebbe distinguere due punti distanti tra loro di meno di 15,5 mm., mentre se come dicemmo, scarta dei punti distanti tra loro di soli 1, 2, 3 mm., vuol dire che li distingue bene. Che qualche volta il S. tocchi (come vedremo) dapprima un punto più vicino a quello stimolato e poi lo scarti per fermarsi ad uno più lontano, non è argomento da addursi, perchè l'illusione dipende dall'intervento più o meno regolare di tanti fattori (memoria, processo di confronto etc.) che noi studieremo nel seguito, ma che non escludono, anzi confermano l'attitudine del S. a distinguere i segni locali di punti così vicini.

Ma veniamo all'obiezione principale: i valori medi che si ottengono con questo metodo sono inferiori al vero, perchè il S., mentre non può mai indicare un punto più lontano del

limite del circolo tattile, può, *per caso*, indicare punti più vicini: onde le medie sono falsate dall' intervento di un fattore imprevedibile, la sorte. Questa obiezione viene confutata da due argomenti: 1.° Poichè siamo nel campo delle statistiche, per la legge della distribuzione degli errori di osservazione dovrebbe accadere che alcune medie dovrebbero essere vicinissime al valore massimo (cioè al raggio del circolo tattile), altre minori ed altre infine vicinissime allo zero. Ciò non accade, perchè le medie ottenute, anche da autori diversi e su diversi soggetti, hanno valori assai costanti. Per es. nella regione sopra indicata del dorso della mano, dove il raggio del circolo tattile è di 15,5 mm.. il PONZO ha trovato un errore medio di localizzazione (complessivo per 2 soggetti) di 5,74 mm.; ed io ho trovato in nove soggetti un errore medio di localizzazione di 5,09 mm. Questi valori non rapprensatano neppure la media di tutti i valori ottenibili entro il circolo tattile, che sarebbe = la metà del raggio, cioè 7,75 mm. — 2.° Dalle cifre stesse che ho riferito risulta che la differenza tra la minima distanza delle due punte necessaria a distinguerle, e l' errore medio di localizzazione ottenuto col 2.° metodo di W., non è piccola e variabile, ma grandissima e costante: evidentemente non può essere dovuta al caso, non può esser priva di significato proprio.

Se dunque le obiezioni tendenti ad infirmare il valore del nostro metodo non sono valide, rimane da accettare la seconda alterativa: che i due metodi di WEBER, poichè danno risultati diversi, abbiano diverso significato. Questa opinione è stata sostenuta da numerosi autori: AUBERT e KAMMLER, HENRI. SPEARMAN, PONZO, e anche (nell' ultima edizione dei « Grundzüge der physiol. Psychologie », 1911) dal WUNDT. Ma le loro interpretazioni non sono del tutto concordi e, a nostra veduta, non sono esatte. AUBERT e KAMMLER, HENRI e SPEARMAN ritengono che col metodo del compasso si misuri la *sensibilità spaziale tattile* (il « senso dello spazio », come dicono i tedeschi, Raumsinn), mentre col 2.° metodo di W. si misura la *capacità di localizzare* le sensazioni (« senso del luogo ». Ortsinn sulla superficie cutanea; e le due cose, dicono, sono ben diverse, perchè altro è distinguere due punti eccitati sulla pelle, altro è saper dire *quali* punti sono eccitati e dove sono. La prima facoltà,

quella discriminativa, sarebbe, secondo questi autori, innata, perchè dipendente dalla distribuzione delle terminazioni nervose sulla pelle, mentre la seconda dipenderebbe dall' attitudine a compiere quei movimenti con cui si va a localizzare i punti eccitati, sarebbe acquisita e sarebbe tanto più sviluppata in quelle parti del corpo in cui i movimenti sono più facili. Il PONZO aderisce in sostanza a questa interpretazione, osservando inoltre che il processo di localizzazione è assai complesso, poichè vi entrano rappresentazioni visive e talvolta anche rappresentazioni di posizione, fattori che non entrano, o sono molto ridotti, o non necessari, nelle ricerche col metodo del compasso; ma poi aggiunge: « Se però di fronte all' analisi psicologica, questi processi di localizzazione appaiono complessi, nella vita dell' individuo essi sono andati meccanizzando fino a divenire spesso atti riflessi. Le ricerche d localizzazione col secondo metodo di WEBER sono così quelle che più si avvicinano agli atti che l' individuo fa in via riflessa nella vita. Così, p. es., è riflesso l' atto col quale l' uomo porta la mano alla parte ferita o sulla parte che prude; e non è raro l'osservare tali movimenti di localizzazione anche nel sonno » (pp. 49-50). Anche una rana decapitata, se è eccitata in un punto con un acido, cerca di portare l' arto al punto causticato; analoghe osservazioni ha fatto GOLTZ sui cani senza cervello.

Questa interpretazione non ci sembra del tutto chiara nè giusta. In primo luogo non ci sembra bene stabilito in che consista la differenza tra « senso dello spazio » e « senso del luogo »; che cosa è, infatti, quello che con vocabolo molto improprio chiamano « senso dello spazio » e che noi diremo meglio « percezione dello spazio »? Essa non può essere altro che la traduzione in termini di spazialità di quel carattere, di quell' aspetto qualitativo della sensazione che ne costituisce, come dicemmo, il « segno locale »; la localizzazione è dunque il fatto essenziale, fondamentale della percezione dello spazio. Nel campo della vista il fatto è anche ben evidente: due punti, o coincidono, e allora fanno un punto solo accompagnato dal suo segno locale, cioè collocato in un dato punto rispetto agli altri oggetti della vista che rientrano nel campo visivo; oppure li percepiamo come distinti, e allora ciascuno dei due ci appare col suo segno locale distinto, cioè ambedue localizzati, sia

l' uno rispetto all' altro, sia rispetto a qualsivoglia punto di riferimento. Non diverso è il caso delle sensazioni tattili: se le due punte del compasso vengono apprese da noi come una sola, noi localizziamo in un punto della pelle questa unica sensazione; percepirle invece come distinte significa riconoscerle coi loro segni lecali e quindi localizzarle, più o meno esattamente, l' una rispetto all' altra e ambedue nella regione cutanea stimolata. Non si può dunque parlare di un « senso dello spazio » distinto dalla funzione localizzatrice delle sensazioni.

In secondo luogo, non ci sembra giusta l' affermazione che il complicato processo di localizzazione sia divenuto un processo automatico nell' individuo. Che si possa considerare in parte come un riflesso l' atto con cui l' individuo porta la mano alla parte ferita o alla parte che prude, non vuol dire che sia un riflesso il sottile e lungo procedimento con cui distingue, caratterizza, ricorda, confronta i segni locali dei singoli punti della sua pelle; per lo meno, il fondo, automatico di questo processo è così sommerso da tutti gli atti coscienti e volontari, che la sua importanza non può essere altro che secondariisima. Basta, del resto, osservare un S. mentre compie l' esperimento di localizzazione, per comprendere quale alto grado di attenzione, di osservazione e quindi di consapevolezza si richieda per ottenere una certa esattezza nei risultati. Non si ha un riflesso neppure quando, come fecero fare alcuni autori, si obbliga il S. a fermarsi alla prima indicazione senza correggersi, neppure se da sè ne riconosce l' inesattezza; con questo metodo, del tutto sbagliato, si può al più studiare il contributo della memoria visiva e cinesica alla localizzazione, ma non la stessa localizzazione tattile, perchè è esclusa la possibilità di osservare e vagliare i segni locali delle singole sensazioni tattili; ma in ogni modo, anche nell' imprimere una direzione piuttosto che un' altra all' arto che va a localizzare, seguendo le imagini visive e cinesiche associate alla sensazione tattile presente, entra un grado notevole di attenzione consapevole che esclude il puro automatismo.

Qual' è, allora, la differenza tra il 1.° e il 2.° metodo di W.?

Nel rispondere a questa domanda siamo costretti ad anticipare conclusioni che verranno confermate nel corso del pre-

sente lavoro. A noi sembra che i due metodi non differiscano quanto all' oggetto che prendono in considerazione, poichè ambedue mirano ad analizzare i dati e i processi mediante i quali si giunge alla percezione spaziale tattile; i *dati*, cioè le sensazioni fornite dei loro segni locali; i *processi*, cioè la distinzione, la comparazione, l' associazione delle imagini etc. aventi per oggetto quei dati. La vera differenza tra i due metodi è che col 2.° si mette in giuoco una quantità di procedimenti mentali che col 1.° metodo non possono entrare in azione. Negli esperimenti col compasso, infatti, il S. rimane passivo: egli non può fare altro che distinguere i segni locali di sensazioni contemporanee quando le condizioni organiche della regione stimolata glielo permettono; invece negli esperimenti fatti col 2.° metodo di W. il S. deve riprodurre egli stesso una sensazione uguale a quella provocatagli dallo Sperim., e perciò deve ricordare la prima, istituire un confronto, assimilare o distinguere i segni locali, compiere, insomma, una quantità di operazioni intellettuali il cui risultato è, naturalmente, un grado di precisione assai maggiore di quello che si può ottenere col 1.° metodo di W. Perciò l' errore è, col 2.° metodo, molto minore che col 1.° Tra i due metodi sta quello della « soglia successiva » (al quale il Wundt, nell' ultima ediz. dei Grundzüge, vorrebbe assimilare il 2.° metodo di W.): quello cioè che consiste nell'applicazione successiva, anzichè contemporanea, delle punte del compasso: è naturale che così sia offerta al S. maggiore occasione di mettere in opera i procedimenti intellettuali che mirano alla distinzione delle qualità tattili, e che quindi l' errore sia (come è stato trovato) minore che per la soglia contemporanea. Ma il metodo in cui più l' attività del S. è messa in opera è il 2.° metodo di W., che possiamo chiamare « metodo della riproduzione », il più adatto quindi a studiare il processo di formazione della percezione spaziale tattile e, in generale, l' elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali nel campo del tatto.

Prima di passare ad esporre i risultati dei nostri esperimenti, dobbiamo richiamare in poche parole i risultati più notevoli delle ricerche fatte sin qui dagli autori citati, tanto più che, essendo diverso il nostro scopo, su quei punti non

ritorneremo più se non incidentalmente. Il lavoro più ampio e recente è quello del PONZO, limitato alla pura raccolta dei dati di fatto, alieno dalla discussione dei problemi che ne emanano; e i risultati più importanti sono i seguenti:

1.° La grandezza degli errori di localizzazione varia dall' una all' altra regione della pelle; è massima sulla punta della lingua (errore = mm. 0,55), minima nella regione costale corrisp. al V spazio intercostale sulla linea ascellare media (mm. 17,05). Ciascuna delle 25 regioni studiate dal PONZO occupa un proprio posto nella scala della grandezza degli errori.

2.° Le variazioni di pressione dello stimolo non pare abbiano influsso sull' errore di localizzazione; si ha solo una piccola diminuzione dell' errore col diminuire della pressione. L'A. cita pochi dati e attribuisce il fatto (su cui dovremo poi discutere a lungo) alla più concentrata attenzione del S.

3.° Non c' è quasi mai corrispondenza tra la finezza della localizzazione e la finezza della sensibilità tattile (valore di soglia). Non c' è neppure rapporto con la densità dei punti tattili (terminazioni nervose specifiche del tatto). E neppure, come dicemmo, tra il valore dell' errore di localizzazione e la soglia spaziale studiata col compasso di WEBER, sebbene, in parte, le regioni dove la localizzazione è più precisa abbiano anche soglia spaziale più bassa (es. punta della lingua, polpastrello delle dita, labbro).

4.° Quanto alla direzione degli errori, non c' è regola costante; i varî autori hanno trovato risultati discordanti; dagli esperimenti del PONZO risulterebbe che prevalgono gli errori nella direzione dell' asse maggiore della parte del corpo in cui è la regione studiata (direzione longitudinale), sebbene in alcune regioni prevalga l' errore in senso trasversale. Per la grandezza, sembra che l' errore in posizione distale sia maggiore degli errori in altre posizioni.

Gli autori che si sono fin qui occupati della localizzazione delle sensazioni tattili non hanno mai prospettato il problema dal punto di vista da cui lo guardiamo noi; quindi nei procedimenti che hanno seguìto invano si cercherebbero indicazioni utili per la nostra ricerca. Ma anche a parte ciò, dobbiamo rilevare alcune deficienze di tecnica negli esperimenti fatti finora:

1.° Quando si cercano delle *medie*, ossia quando si fanno ricerche statistiche, bisogna avere a propria disposizione un numero molto grande di valori. Finora le stimolazioni fatte in ciascuna ragione sono state troppo limitate. Il PONZO ad es. ha scelto in ogni regione 5 punti tattili ed ha stimolato ogni punto 10 volte; ottiene così 50 valori di errori per ogni regione, troppo scarsi per fare una media. Noi abbiamo raccolto, in ogni regione, da 120 a 200 valori di errori.

2.° La grandezza degli errori è stata misurata al massimo con la precisione di $^1/_2$ millimetro; a noi è risultata insufficiente, e vedremo nel seguito come una precisione maggiore sia necessaria. Le nostre misure avevano la precisione di $^1/_{10}$ di millimetro, che è certo la massima possibile, cadendosi, al di là di questo valore, negli errori di osservazione.

3.° Non si è, in generale, tenuto sufficiente calcolo della rapidità con cui il Soggetto compie la localizzazione, nè delle caratteristiche e delle illusioni connesse col metodo seguito nel compimento dell' atto localizzatore.

Fatte queste osservazioni, possiamo passare all' esposizione delle nostre ricerche.

II. — Metodo e tecnica sperimentale.

Il principio metodologico generale che ha servito di guida in queste ricerche è stato di mettere il Soggetto nelle condizioni volute dai fini dell' esperimento e di osservare quindi il suo modo di condursi, per indurre, dai risultati dei suoi atti, come ha reagito a quelle condizioni. Il genere degli esperimenti si presta benissimo a porre gli individui che fanno da S. in condizioni esteriori identiche, ed è quindi il più adatto a far cogliere quelle differenze tipiche le quali, non potendo derivare da nessun elemento estrinseco, rivelano i diversi atteggiamenti mentali dei varî soggetti. Ci siamo quindi proposti di osservare minutamente il comportamento del S., di seguirlo in ogni suo atto, di notarne le regole da cui si faceva guidare nella localizzazione, le titubanze, gli errori, le correzioni, le illusioni. Così abbiamo raccolto, oltre ai dati oggettivi fondamentali (gli errori di localizzazioni misurati in grandezza e in direzione)

tutti gli elementi che in qualche modo potevano svelare il funzionamento della psiche del S. durante l'esperimento. — Nè abbiamo mancato di rivolgere, quando sembrava utile, alcune domande, e di tener conto in generale dei dati introspettivi; questi hanno per altro un valore del tutto sussidiario in tal genere di ricerche, sia perchè non possono servire altro che come controllo dei risultati raggiunti con metodi oggettivi, sia perchè per lo più scarse, frammentarie, incerte erano le testimonianze dei S.; alcuni S., che hanno pur servito benissimo negli esperimenti, ma che non erano abituati neppure alla terminologia psicologica, male sapevano esprimersi e raramente riuscivano ad analizzare sè stessi con visibile sicurezza. In ogni modo, in omaggio al canone di profittare di tutti i dati che con ogni metodo e da ogni parte possono essere raccolti intorno ad un argomento, si cercò di completare reciprocamente gli uni cogli altri i dati oggettivi e quelli soggettivi.

La tecnica sperimentale è detta in poche parole. Il S. tiene chiusi gli occhi dal principio alla fine di ogni serie (comprendente da 20 a 40 stimolazioni), è seduto dinanzi a una tavola su cui stende l'arto superiore destro in modo da presentare allo Sperim. la regione che dev'essere studiata. Lo Sperim., avvisato il S. colla parola « pronto! », lo stimola con la punta bene affilata di un lapis; il S. subito dopo, con un altro lapis che tiene nella mano sinistra ed affilato come il primo, va a tastare la regione stimolata finchè si ferma al punto che crede esatto e vi lascia la traccia della sua matita. Lo Sperim. allora misura la distanza tra il punto stimolato e il punto indicato, mediante un compasso di GRIESBACH, che porta, come è noto, una gradazione in forma di nonio con cui si può misurare la distanza con la precisione di $^1/_{10}$ di mm.; il valore trovato viene registrato sopra una tabella, e in un diagramma viene segnata la posizione (approssimativa) del punto indicato rispetto al punto stimolato, in distanza e in direzione. Quindi si procede alla seconda stimolazione, e così via. La durata di tutto questo processo dipende dal tempo impiegato dal S. nella localizzazione; in media, e tolte non poche eccezioni di cui parleremo, l'operazione completa durava da 30″ a 45″ (una serie di 40 stimolazioni durava da 20′ a 30′). Ogni serie comprendeva stimola-

zioni in più d' una regione, procurando di alternarle allo scopo di evitare la stanchezza locale, l' intorpidimento, etc.

Le regioni studiate furono quattro sole; nè sarebbe stato utile, per i nostri fini, studiarne di più, essendo questa ricerca, per quanto riguarda i valori assoluti medi degli errori di localizzazione in ogni singola regione, già stata fatta esaurientemente da altri. Esse sono: 1.° Parte media del dorso della mano, in corrispondenza del corpo del III Metacarpale alla metà della sua lunghezza totale dalla testa alla base; 2.° Parte laterale del dorso della mano, in corrispondenza del corpo del V metacarpale alla metà della sua lunghezza totale dalla testa alla base; 3.° Faccia palmare della 3.ª falange del dito medio, sul punto più prominente del polpastrello; 4.° Regione volare dell' avambraccio, a circa tre centimetri dalla piega dell' articolazione dell' avambraccio sul braccio.

Non a caso furono scelte per i nostri esperimenti le suddette regioni; noi ci proponemmo infatti di ricercare i valori dell' errore di localizzazione in tre parti della superficie cutanea nelle quali la sensibilità discriminativa fosse notevolmente diversa, quali sono il polpastrello delle dita, il dorso della mano e l' avambraccio; e ci proponemmo anche di vedere se il valore dell' errore di localizzazione presentasse o no delle variazioni in due regioni nelle quali la sensibilità discriminativa fosse uguale (dorso della mano in corrisp. del III metacarpale e in corrisp. del V. metacarpale), ma diversa la posizione e diversi quindi i rapporti con le altre parti dell' arto. Con tale scelta ci ponemmo in grado di vedere fino a che punto la sensibilità discriminativa e l' attitudine a localizzare le sensazioni sono connesse tra loro.

In ciascuna regione si procurò di stimolare *sempre lo stesso punto*, o almeno punti vicinissimi, in modo da evitare ogni eventuale variazione dipendente dalla struttura organica delle regioni. Perciò nei diagrammi che segnano le posizioni e le distanze dei punti indicati dal Sogg. rispetto al punto stimolato, il centro dei circoli (distanti tra loro di 5 mm.) rappresenta il punto stimolato, e tutti i punti circostanti rappresentano quelli indicati dal S. dopo ciascuna stimolazione.

Il numero delle stimolazioni eseguite è indicato nella Ta-

bella I per ciascun soggetto e per ciascuna regione; esso varia per lo più da 120 a 200; soltanto nella regione della 3.ª falange fu ridotto ad 80 o 100, data al maggior costanza dell' errore di localizzazione in questa regione.

TABELLA I.ª

NUMERO DELLE STIMOLAZIONI.

Soggetto	III.° Metacarpale	V.° Metacarpale	Avambraccio	3.ª falange	TOTALE
A	200	120	160	105	585
B	180	120	160	100	560
C	140	120	— (1)	40	300
D	200	150	180	80	610
E	200	160	160	80	600
F	200	160	160	80	600
G	200	160	180	80	620
H	200	160	180	80	620
I	200	160	160	80	600
Totale	1720	1310	1340	725	5095

Si sono prestati a fare da soggetti: quattro signorine, che designeremo colle lettere A, B, C, D, e quattro giovani, che designeremo colle lettere E, F, G, H; più una signorina cieca (sogg. I) sulla quale volemmo ripetere gli esperimenti fatti sugli altri soggetti normali, a scopo di controllo dei risultati con quelli ottenuti. Poichè tuttavia in questi ultimi esperimenti non venne riscontrata alcuna notevole irregolarità, a parte le osservazioni particolari che faremo a suo luogo, nelle medie non ritenemmo fosse il caso di tener separato questo Soggetto dagli altri. Di alcune note individuali riferentisi alla mentalità e al temperamento dei vari soggetti faremo cenno quando lo richiederà il corso dell' esposizione.

(1) Per motivi indipendenti dalla nostra volontà non potemmo fare nel sogg. C gli esperimenti sull' avambraccio.

III. — **Medie e grafici.**

Diamo anzitutto le medie degli errori di localizzazione per ciascun Soggetto nelle regioni studiate. Le cifre che precedono la virgola indicano i decimi di millimetro.

TABELLA II.ª

ERRORE MEDIO.

Soggetto	III.° Metacarpale	V.° Metacarpale	Avambraccio	3.ª falange
A	45, 122	40, 452	35, 392	15, 152
B	31, 477	45, 819	61, 987	14, 200
C	42, 195	42, 583	—	11, 175
D	42, 929	67, 620	67, 361	6, 637
E	44, 353	31, 800	63, 581	10, 750
F	42, 035	40, 905	67, 564	11, 987
G	87, 297	41, 681	107, 971	16, 450
H	62, 200	58, 917	94, 932	15, 595
I	61, 110	52, 543	78, 354	13, 875
Media	50, 968	46, 924	60, 892	11, 758

Dai dati contenuti in questa tabella (1) risulta quanto segue:

I. Non si può mettere in dubbio l'esistenza di un certo rapporto tra la sensibilità discriminativa e la capacità di localizzare le sensazioni. Infatti nella regione in cui la sensibilità discriminativa è più fine (il polpastrello delle dita) l'errore di localizzazione è più piccolo, mentre nelle regioni in cui la

(1) I valori ottenuti da noi differiscono poco da quelli ottenuti dal PONZO (su due soli soggetti e con un numero molto più limitato di esperienze). Vedremo più oltre se la differenza può dipendere da una diminuzione dell'errore di localizzazione avvenuta, nei nostri più prolungati esperimenti, in seguito all'esercizio.

sensibilità discriminativa è più scarsa l' errore di localizzazione è più grande. Sebbene non ci sia tra le due cose una vera e propria proporzionalità, come or ora mostreremo, possiamo interpretare quella corrispondenza nel senso che la struttura anatomica della cute, la distribuzione e la frequenza delle terminazioni nervose, come impongono un certo limite alla possibilità di distinguere stimolazioni contemporanee, così impongono un certo limite anche alla possibilità di localizzare le sensazioni nei punti in cui hanno agito gli stimoli.

II. Confrontiamo ora i valori dell' errore medio di localizzazione con quelli della soglia discriminativa. Pel dorso della mano (corrispondente alla nostra regione del III Metacarpale) il WEBER, come è noto, diede un valore di soglia alquanto più alto di quello che è stato riscontrato nelle ulteriori ricerche; egli diede un valore di mm. 31,6, mentre in media la soglia non supera i mm. 25. Noi possiamo dunque stabilire la corrispondenza nei seguenti termini:

TABELLA III.ª

		3ª falange	III.° Metacar.	Avambraccio
in mm.	Errore medio di localizzazione	1, 17	5, 09	6, 08
	Soglia discriminativa .	2, 2	25, —	40, 6
	Rapporto	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$

Questo risultato dimostra chiarissimamente l' indipendenza del metodo del compasso dal metodo di localizzazione. Se, infatti, vi fosse una stretta dipendenza tra la sensibilità discriminativa e la capacità di localizzare le sensazioni, il rapporto tra errore medio di localizzazione e soglia discriminativa dovrebbe essere costante in tutte le regioni; invece, pur essendoci quella certa corrispondenza che abbiamo sopra notata, il rapporto è variabile, manca una diretta proporzionalità. Ciò dimostra dunque che a determinare l' errore di localizzazione

entrano in giuoco altri fattori che non siano quelli che determinano i valori della soglia discriminativa, e conferma la diversità del processo psicologico della localizzazione da quello della semplice discriminazione di sensazioni contemporanee.

Anche un terzo risultato conferma lo stesso fatto.

III. Paragonando il valore dell' errore medio al III metacarpale con quello che si ha al V metacarpale (regioni in cui la soglia discriminativa è uguale), troviamo: su 9 soggetti, in 6 l' errore è più piccolo al V metacarpale che al III (Soggetti A, E, F, G, H, I,); in 1 l' errore è sensibilmente uguale (Sogg. C.); in 2 l' errore è più grande al V metacarpale che al III (Sogg. B, D). Nella media complessiva l' errore è più piccolo al V metacarpale che al III per soli 0,4 mm., mentre nei 6 Sogg. in cui l' errore al V è minore che al III metacarpale, la differenza è di ben 1,3 mm. Prevale dunque decisamente una differenza nel senso che al V Metacarpale l' errore è minore che al III. Poichè la sensibilità discriminativa è invece uguale, la ragione della differenza va cercata in altre condizioni. Si noti che i Sogg. stessi sono consapevoli della maggior facilità di localizzare le sensazioni nel V metacarpale; e il motivo riconoscono essi medesimi consistere nel fatto che la regione è meglio delimitata, che vi sono dei punti di riferimento (come il lato ulnare della mano) più agevoli che in una regione più uniforme com' è la parte centrale del dorso della mano. Possiamo dunque da queste osservazioni e dai dati numerici dedurre che la localizzazione delle sensazioni in regioni aventi uguale soglia discriminativa varia a seconda della maggiore o minore facilità di stabilire rapporti tra i diversi punti della regione stessa. Accanto al fattore « sensoriale » vi è, nel processo di localizzazione, un fattore « relazionale ».

Tratti questi risultati, osserviamo che in queste ricerche in genere ed in particolare per gli scopi che noi ci proponiamo, le medie non sono le cifre più significative. Le medie, infatti, nelle ricerche statistiche hanno significato in due casi: 1.° quando i singoli valori deviano poco dal valore medio; 2.° quando i singoli valori si distribuiscono uniformemente intorno ad un valore centrale, che è al tempo stesso il valore medio e il più frequente. Nè l' una nè l' altra condizione si verifica nel caso

nostro. Per convincersi che non si verifica la prima condizione, basterebbe gettare un' occhiata sui valori dei singoli errori di localizzazione, i quali, anche lasciando da parte quei valori che, eccezionalmente e per motivi occasionali, si allontanano molto dalla media, presentano nell' insieme oscillazioni assai ampie. Queste sono dimostrate dal valore medio delle oscillazioni stesse, ossia dalla *variazione media* ($m\ V$) dell'errore, che noi riferiamo per ciascun soggetto e per ogni regione nella seguente tabella riassuntiva, che ci risparmia di riferire tutti i valori degli errori singoli trovati in tutta la serie degli esperimenti. La variazione media è ottenuta secondo la nota formula:

$$m\ V = \sqrt{\frac{\Sigma\,(f\delta^2)}{n}}$$

dove f = la frequenza, δ = la deviazione di ciascun valore dell' errore dalla media, e n = il numero degli errori.

TABELLA IV.ª

VARIAZIONE MEDIA.

Soggetto	III.° Metacarpale	V.° Metacarpale	Avambraccio	3.ª falange
A	25, 217	23, 858	27, 69	10, 058
B	20, 92	24, 03	35, 022	9, 55
C	18, 42	23, 72	—	7, 48
D	27, 222	30, 538	36, 65	4, 58
E	26, 08	21, 24	35, 78	8, 165
F	22, 429	24, 30	36, 826	9, 254
G	37, 97	28, 182	57, 605	8, 855
H	33, 23	29, 125	43, 313	10, 37
I	31, 013	26, 342	48, 105	25, 41
Media	26, 944	25, 704	40, 124	10, 413

Confrontandole con quelle dell' errore medio, si rileva subito che queste cifre hanno un valore assoluto piuttosto alto.

Tradotte in termini psicologici, esse significano che il Sogg. non si orienta sempre nello stesso modo nel compiere il processo di localizzazione. Vi devono essere delle cause differenti, aventi azione diversa sul processo di localizzazione; e poichè, come avvertimmo, nei nostri esperimenti le condizioni esteriori permangono costanti, queste cause vanno ricercate: o nella sensibilità, e in genere nei fattori che entrano in azione negli esperimenti fatti col compasso di W.; o nell'atteggiamento del Sogg., nei suoi metodi, nelle sue tendenze, nelle regole da cui si fa guidare quando localizza.

Il grande valore assoluto della variazione media dell'errore di localizzazione può dipendere dalla sensibilità? Si ricordi: 1.° che il punto di eccitazione nei nostri esperimenti era, per ogni regione studiata, sempre lo stesso, e che quindi le condizioni anatomiche e fisiologiche rimanevano immutate in tutta la serie di esperimenti; 2.° che negli esperimenti fatti col compasso di W., nei quali, come dicemmo, l'intervento attivo del Sogg. è pressochè nullo, non si osserva affatto questa grande variabilità; le oscillazioni dell'errore intorno al valore di soglia sono piccole; e se vi sono dei casi, non infrequenti invero, nei quali il Sogg. crede di avvertire distinte le due punte del compasso anche ad una distanza inferiore alla soglia (e anche alla distanza = o), o di avvertirne, più di rado, una sola anche ad una distanza superiore alla soglia, questa illusione si spiega appunto con l'arbitraria ed illegittima intrusione dell'attività mentale del Soggetto (p. es. nelle illusioni dovute all'attesa, alle idee direttrici che si forma sulle supposte regole seguite dallo Sperim. nell'alternare le distanze durante una serie di eccitazioni etc.), là dove egli dovrebbe rimanere puro osservatore. Se infine si richiamano alla mente le osservazioni sulla differenza dei risultati ottenuti coi due metodi, si può concludere che la grandezza della variazione media non può essere spiegata riferendosi ai fattori che entrano in giuoco quando si esperimenta col compasso di W.

Ma quelle condizioni che chiameremo, in breve, attinenti al-attività mentale del S., agiscono almeno in maniera uniforme, tale cioè che ne risulti una distribuzione simmetrica dei singoli errori intorno ad un valore centrale, che sia al tempo stesso il valore medio e il valore più frequente? Sarebbe questo

il secondo caso in cui le cifre esprimenti il valore medio avrebbero un alto significato; ma nemmeno questo caso si verifica. Se fosse così, infatti, la curva di frequenza degli errori di localizzazione seguirebbe la semplice legge di GAUSS; ma noi dimostreremo che non la segue.

Per rendere evidente la legge di distribuzione della frequenza degli errori di localizzazione, non volendo riportare l'interminabile serie dei numeri esprimenti i singoli errori, possiamo tradurli in un grafico, in cui l'ascissa indichi la grandezza dell'errore e l'ordinata la sua frequenza. Ma qui nascono alcune difficoltà tecniche. Noi abbiamo misurata la grandezza dell'errore in decimi di millimetro; tuttavia, dato il numero non grande di esperienze (120 a 200 stimolazioni per ogni regione) rispetto a quello delle grandezze dei singoli errori (80, 90, 100 circa, anche senza tener conto, per ora, dei casi abnormi), se prendessimo il «passo dell'ascissa» uguale a $^1/_{10}$ mm., ne risulterebbe una curva apparentemente priva di significato. Occorre dunque scegliere un passo dell'ascissa di grandezza tale che faccia risaltare convenientemente i fenomeni caratteristici nella loro forma più pura: esso non deve essere nè troppo piccolo, per non lasciare trasparire delle variazioni puramente accidentali, nè troppo grande, per non nascondere le variazioni più significative (1) Prendiamo ad es. il grafico n. 1 (Soggetto A, III Metacarpale): prendendo il passo dell'ascissa (P A) = $^2/_{10}$ mm. abbiamo una curva irregolarissima, le cui variazioni sono spesso puramente accidentali e che non lascia intravedere alcun fenomeno caratteristico. Prendendo invece PA = $^4/_{10}$ mm., pure rimanendo molte irregolarità, osserviamo che nella sua prima parte la curva ha valori più alti che nella seconda; ma

(1) Il problema della scelta del passo dell'ascissa (P A) si era presentato ed era stato discusso dal BERGEMANN nelle sue ricerche sul tempo di reazione (*Reaktionen auf Schalleindrücke, nach der Methode der Häufigkeitskurven bearbeitet*, in «Psychol. Studien», I, 179; 1905).

Anche la sua era una ricerca statistica; e per quanto il numero degli esperimenti fosse rilevante, le curve ottenute con P A piccolo presentavano grandissime irregolarità accidentali; viceversa le curve ottenute con P A troppo grande nascondevano i fenomeni caratteristici. Con la scelta di un P A opportuno, il B. riuscì a scoprire, com'è noto, l'alta frequenza di due grandezze diverse del tempo di reazione, corrispondenti al tempo di reazione sensoriale e al tempo di reazione muscolare.

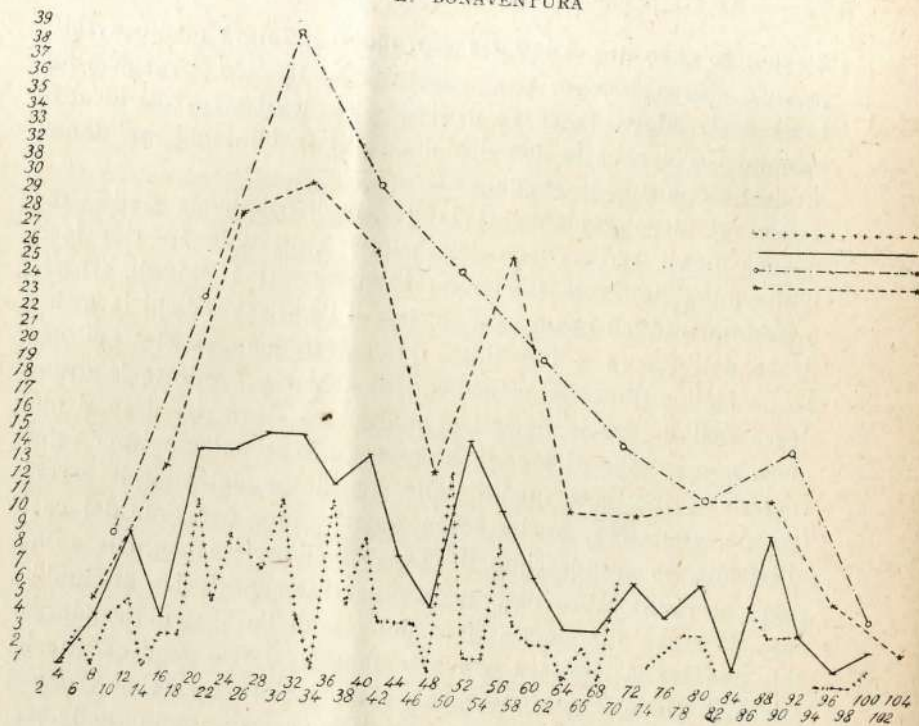



Grafico n. 1. — Sogg. A - III° Metacarpale.

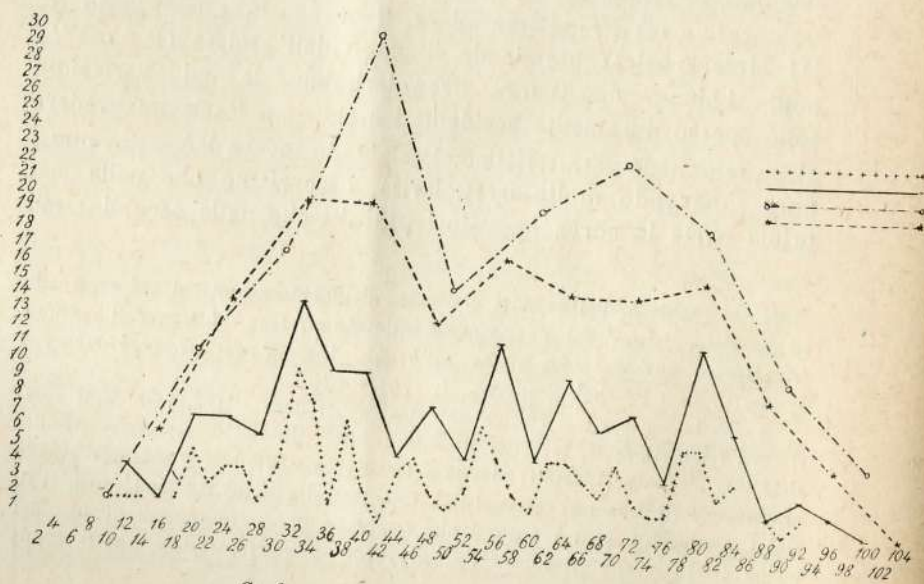



Grafico n. 2. — Sogg. I - V° Metacarpale.

ancora non risulta un andamento ben chiaro. Soltanto prendendo P A = $^{8}/_{10}$ mm. si notano i fenomeni caratteristici della curva, e cioè: un' alta frequenza per gli errori di grandezze comprese tra 17-24 e 25-32 dmm.; poi un abbassamento della frequenza per gli errori di grandezze comprese tra 33-40 e 41-48; poi un nuovo deciso innalzamento per le grandezze 49-56;

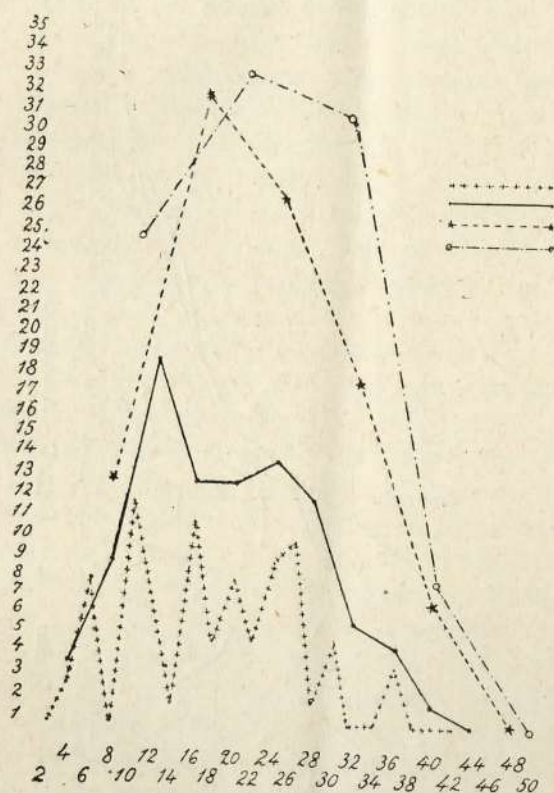



Grafico n. 3. — Sogg. A - III^{a} falange.

infine un nuovo abbassamento, con degradazione più lenta e con qualche irregolarità, fino al termine della curva. Si guardi ora la curva di distribuzione degli stessi errori ottenuti prendendo P A = 1 mm., e si vedrà oscurarsi questi fenomeni caratteristici: rimane soltanto una curva simmetrica, che sale rapidamente ad un valore molto frequente (21-30) per discendere più lentamente ed offrire solo verso la fine (81-90) un pic-

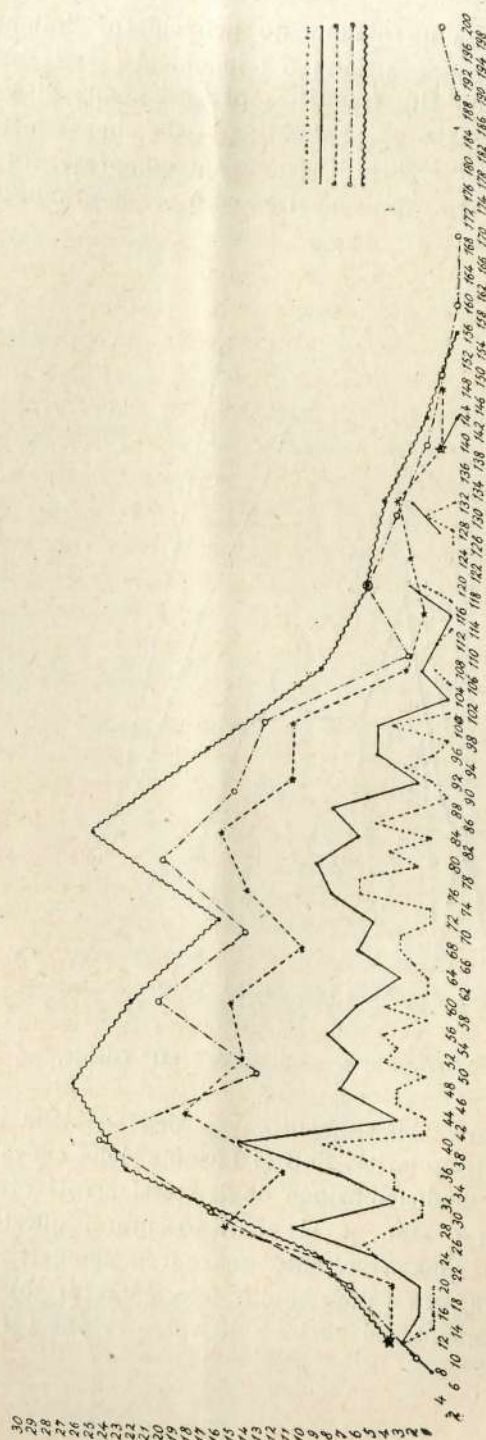



Grafico n. 4. — Sogg. D - Avambraccio.

colo nuovo inalzamento. Facendo dunque il confronto tra le quattro curve, si riconosce che i fenomeni caratteristici sono resi manifesti soltanto dalla curva ottenuta prendendo P A = $^8/_{10}$ mm., mentre in quelle con passo minore non sono resi evidenti e in quella con passo maggiore sono mascherati.

In altri casi sarà conveniente scegliere un P A di diversa grandezza. Così ad es. quando le deviazioni degli errori singoli dalla media non sono molto grandi, ossia quando la grandezza dell' errore è relativamente così costante che le oscillazioni accidentali vengono ridotte a piccole proporzioni, è conveniente assumere un P A più piccolo. Il grafico n. 3 (soggetto A, 3.ª falange) ci mostra che la curva ottenuta con P A = $^4/_{10}$ mm. presenta già assai spiccato il caratteristico andamento a due vertici, culminanti nei punti corrispondenti ai valori 9-12 e 21-24; mentre la curva ottenuta con P A = $^8/_{10}$ mm. nasconde questo andamento e con esso i caratteri peculiari del fenomeno. Viceversa quando l' errore è molto varia- ·de che anche con un P A = $^8/_{10}$ non sono abolite dalla curva tutte le variazioni accidentali e quindi l'andamento caratteristico non è messo in tutto il suo rilievo; perciò occorre prendere un P A più grande. Il grafico n. 4, ad esempio (Soggetto D, Avambraccio) dimostra che nè la curva ottenuta con P A = $^2/_{10}$ mm., nè quella con $^4/_{10}$ m., nè quella con $^8/_{10}$ mm. bastano a chiarire l' andamento del fenomeno; soltanto la curva ottenuta con P A = $^{12}/_{10}$ mm. elimina le variazioni accidentali e dà alla curva il caratteristico andamento a doppio vertice

Resa in questo modo evidente, pei diversi soggetti e nelle varie regioni studiate, la legge di distribuzione della frequenza degli errori di localizzazione, due fatti ci colpiscono subito · l' asimmetria della curva di frequenza, e la costante esistenza di due vertici principali, o *mode*, o valori ad alta frequenza, in ciascuna curva; per questi due caratteri le nostre curve si allontanano da quella tipica esprimente la legge di GAUSS. Nella seguente tabella sono indicati i valori più significativi che si possono desumere dai grafici; essa indica, per ciascun soggetto e per ciascuna regione, la grandezza degli errori più frequenti, ossia dei vertici delle curve. P. es., l' indicazione: $\left\{ \begin{matrix} 25\text{-}32 \\ 49\text{-}56 \end{matrix} \right.$ significa che la curva ottenuta con P A = $^8/_{10}$ mm. presenta due vertici, corrispondenti l' uno agli errori compresi tra

25-32 decimi di mm., l'altro agli errori compresi tra 49 e 56 decimi di mm. Si è tenuto conto solo dei vertici principali, che sono sempre due, considerando i minori o come dovuti a cause secondarie, che spiegheremo a suo luogo, o come accidentali.

TABELLA V.ª

VALORI DI MAGGIOR FREQUENZA.

Soggetto	III.° Metacarpale	V.° Metacarpale	Avambraccio	3.ª falange
A	25-32 49-56	25-32 49-56	25-32 81-88	9-12 21-24
B	25-32 49-56	25-32 49-56	33-40 73-80	9-12 21-24
C	33-40 49-56	25-32 49-56	—	5-8 13-16
D	33-40 57-64	33-40 65-72	33-40 73-80	5-8 13-16
E	17-24 49-56	33-40 53-60	41-48 81-90	5-8 13-16
F	33-40 49-56	9-16 41-48	49-56 73-80	5-8 21-24
G	41-48 71-80	27-34 57-64	41-48 105-112	13-16 29-32
H	49-56 81-88	25-32 73-80	49-54 89-96	13-16 29-32
I	41-48 65-72	33-40 65-72	73-80 97-104	9-13 27-30

Oltre a grafici che trascrivono singolarmente le curve degli errori in ciascuna regione e per ciascun individuo, e dei quali riportiamo alcuni degli esempî più significativi al termine di questo lavoro (v. grafici n. 1, 2, 3, 4), abbiamo compilato anche i gra-

fici che riassumono, per ciascuna regione, quelli di tutti i soggetti. Abbiamo così ottenuto delle curve di frequenza nascenti da numeri assai considerevoli di esperimenti (1720 per il III metacarpale, 1310 per il V metacarpale, 1340 per l'Avambraccio, 725 per la 3.ª falange) e perciò molto importanti per chiarire l'andamento del fenomeno in generale. Fu dovuto scegliere un P A uniforme per tutti i Sogg., e si scelse a tale uopo P A = 1 mm. per i grafici relativi al III Metacarpale, al V Metacarpale e all'Avambraccio, e P A = $^{1}/_{10}$ mm. per il grafico relativo alla 3.ª falange. Tali grafici presentano tutti quanti questo carattere essenziale: che la curva degli errori mostra un grado spiccatissimo di asimmetria; sale rapidamente verso il suo vertice, raggiunto il quale declina molto più lentamente fino all'esaurimento.

Intorno al significato dell'asimmetria nelle curve di distribuzione degli errori molto si è discusso, e noi non entreremo nel complicato dibattito, contentandoci di rinviare il lettore all'articolo di RANKÈ e GREINER (1), con le conclusioni dei quali in parte ci accordiamo. Questi due autori, studiando la distribuzione delle variazioni nel campo antropologico, hanno osservato che nessuna delle curve asimmetriche teoriche formulate da FECHNER e da PEARSON per la trattazione matematica dei dati statistici può essere applicata alle curve sperimentali, e che molte non possono neppure ricevere un significato dal punto di vista biologico; ed hanno concluso che, almeno in antropologia, ogni volta che si trova sperimentalmente una curva asimmetrica irriducibile alla semplice legge di GAUSS, o alla sua generalizzazione logaritmica (2), si può esser certi che il

(1) RANKE u. GREINER: *Das Fehlergesetz und seine Verallgemeinerung durch Fechner und Pearson in ihrer Tragweite für die Anthropologie* in « Archiv für Anthropologie », N. F., Bd. II, pp. 295-332).

(2) Sono costretto ad accennare molto rapidamente a questo punto, perchè una discussione troppo particolareggiata mi porterebbe lontano dal tema. Mi limito a ricordare che, nei fenomeni biologici, le cause delle variazioni agiscono o determinando aumenti o diminuzioni di una grandezza fissa, ossia in senso *additivo* (e allora si ha la semplice legge di GAUSS), oppure determinando aumenti o diminuzioni proporzionali, ossia in senso *moltiplicativo* (e allora si ha la curva di FECHNER). In questo secondo caso la variabile indipendente aumenta non più come la serie dei numeri interi, ma come la serie dei logaritmi

materiale studiato non è omogeneo. In queste conclusioni vi è qualche cosa di troppo rigido, e noi dobbiamo fare alcune riserve circa la possibilità di ottenere curve asimmetriche anche con materiale omogeneo, perchè troppe volte le ricerche di biometrica le hanno mostrate in casi in cui l' omogeneità dei dati era fuori dubbio (1). Ma nel caso nostro crediamo che l'asimmetria delle curve sia realmente indice dell' eterogeneità dei dati, ossia dei valori degli errori di localizzazione, e quindi delle cause che li determinano. Infatti: 1.° nessuno dei tipi di curve asimmetriche teoriche sin qui studiati si avvicina alle nostre curve sperimentali; 2.° anche partendo dalle curve asimmetriche teoriche non potremmo mai spiegare l' esistenza, nelle curve sperimentali, di più vertici o mode: la plurimodalità di una curva di distribuzione di errori è l' indice più certo dell' eterogeneità dei dati; 3.° le curve asimmetriche trovate in altri campi della psicologia sperimentale, ma assimilabili alle nostre per il loro tipo, sono state giustamente interpretate come risultanti da elementi eterogenei: valga per tutti l' esempio delle curve della frequenza dei valori del tempo di reazione, nelle quali l' asimmetria e la plurimodalità rivelano i due tipi di reazione, la sensoriale e la motrice.

---

dei numeri interi; quindi l' equazione della curva ha per formula generale: $y = \frac{h}{x\sqrt{\pi}} e^{-h^2 \log \text{nat}\, x^2}$. Questa curva è asimmetrica; il grado dell'asimmetria dipende dalla grandezza del valore più frequente; quanto maggiore è tale valore, tanto più debole è l' asimmetria; al limite si ha una curva simmetrica come quella data dalla legge di GAUSS.

(1) Le statistiche biologiche e sociologiche sono piene di curve asimmetriche. Io feci, a scopo dimostrativo, una piccola ricerca di biometrica, misurando la lunghezza di 1600 foglie dei soli rami fiorali di una sola pianta di oleandro (*Nerium oleander*); non era da mettere in dubbio l' omogeneità dei dati, eppure la cura delle variazioni presentava una spiccatissima asimmetria. Un altro esempio caratteristico è dato dalla curva che trascrive la frequenza del numero dei petali di 650 fiori di *Ranunculus ficaria* (v. R. COBAU: *Sulla variabilità del numero dei sepali e dei petali di Ran. fic.*, in « Malpighia, anno XXVI, fascicolo 3-4): anch' essa è asimmetrica, ma l' unimodalità lascia supporre che i dati siano omogenei. Simili sono in demografia le curve della frequenza dei poveri rispetto alla popolazione totale, della frequenza dei divorzi in rapporto all' età del matrimonio, della frequenza della scarlattina e del tifo in rapporto alle varie età della vita, etc. La trattazione matematica di queste curve, che avrebbe grandissimo interesse anche per la loro interpretazione, è ancora allo stato embrionale.

Qual' è, dunque, il significato psicologico dell' asimmetria e della plurimodalità delle nostre curve? La risposta, che tocca il punto centrale delle nostre ricerche, è la seguente: *vi sono più cause che determinano la grandezza dell' errore di localizzazione; e poichè, come abbiamo dimostrato, la sensibilità, rimanendo costante entro ciascuna delle regioni cutanee esaminate, non è sufficiente a spiegare la variabilità dell' errore, que-*

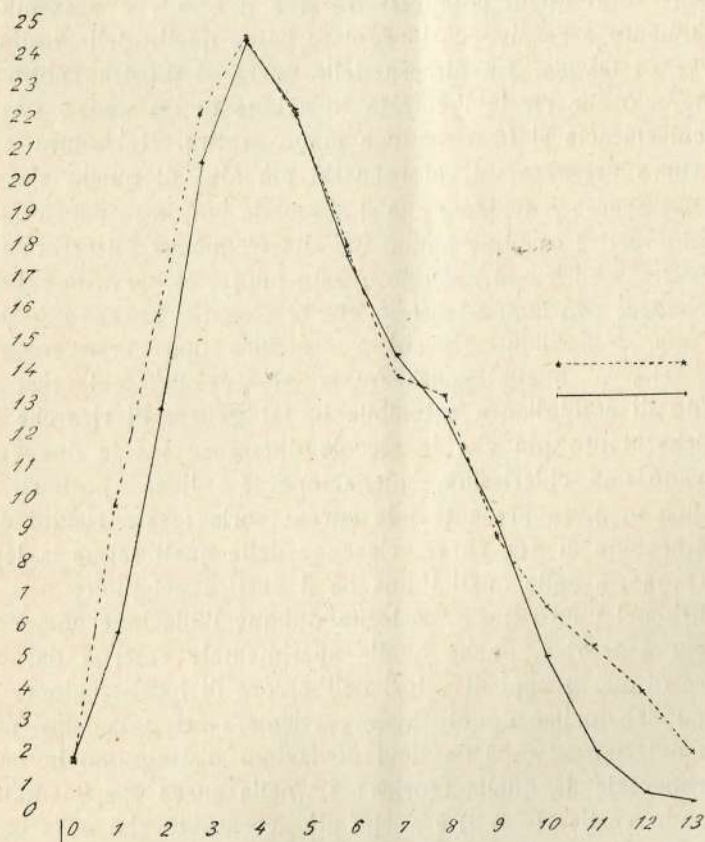



Grafico n. 5. — III° Metacarpale.

ste cause risiedono principalmente nei diversi atteggiamenti assunti dal soggetto nel compiere il processo di localizzazione, ossia nelle diverse maniere e nella varia abilità con cui riesce ad elaborare intellettualmente le qualità sensoriali tattili.

Esaminiamo ora attentamente i grafici riassuntivi (n. 5, 6, 7, 8) che sono, come dicemmo i più importanti. Il grafico n. 5

trascrive gli errori di localizzazione nella regione del III metacarpale di tutti i soggetti; esso è stato compilato con 1720 valori di errori di localizzazione, cifra certo considerevole, capace di dare una curva di frequenza ben significativa. Si guardi la linea punteggiata, che è appunto la curva sperimentale; si vedrà che nella sua prima parte sale rapidamente fino al vertice, che culmina nel punto x = 4 (dunque gli errori più frequenti sono quelli compresi tra 3 e 4 mm.), e presenta un andamento ascensivo così regolare come quello delle ordinarie curve di Gauss. La discesa della curva si mostra subito più lenta, ciò che rivela l'entrata in azione di un nuovo fattore, la cui efficacia si fa a mano a mano sentire. Nel punto x = 8 la curva presenta un valore assai più alto di quello che dovrebbe avere: è evidente che si nasconde in questo punto un secondo vertice (dunque hanno un'alta frequenza gli errori compresi tra 7 ed 8 mm.). Dopo questo punto, la curva continua a discendere con la sua lentezza che si accentua ancora più verso la fine. Noi siamo riusciti a costruire una curva matematica che a quella sperimentale si avvicina col maggior grado di somiglianza ottenibile in tal genere di ricerche statistiche, tanto più che le piccole differenze tra le due curve trovano una chiarissima spiegazione. La linea continua, nel grafico n. 4, rappresenta tale curva teorica; essa risulta dalla sommazione di due curve, ciascuna delle quali segue la legge di Gauss, e delle quali l'una ha il vertice nel punto x = 4 e l'altra nel punto x = 8. È lecita dunque l'illazione che, come la curva teorica, anche quella sperimentale emerga dal confluire di due gruppi di valori dell'errore di localizzazione, ciascuno dei quali è dovuto a un particolare atteggiamento mentale del Soggetto. Due lievi deviazioni distinguono la curva sperimentale da quella teorica: 1.ª nella curva sperimentale il secondo vertice (x = 8) è anche più accentuato che nella curva teorica; ciò, mentre conferma le nostre conclusioni, dipende dal fatto che tra i nostri Sogg. ve ne sono alcuni nei quali il gruppo di valori dell'errore culminante in questo vertice è addirittura prevalente sull'altro. 2.ª le due curve deviano l'una dall'altra verso la loro fine, nel senso che la curva sperimentale ha valori assai più alti di quella teorica. Ciò si spiega perfettamente pensando che mòlte cause secondarie (mancanza di adattamento,

momenti di disattenzione etc.) contribuiscono a dare agli errori molti grandi (da 10 mm. in più) una frequenza assai maggiore di quella che si dovrebbe avere se i fattori principali agissero da soli.

Analoghe osservazioni dobbiamo fare guardando il grafico n. 6 che trascrive i valori dell' errore di localizzazione nella

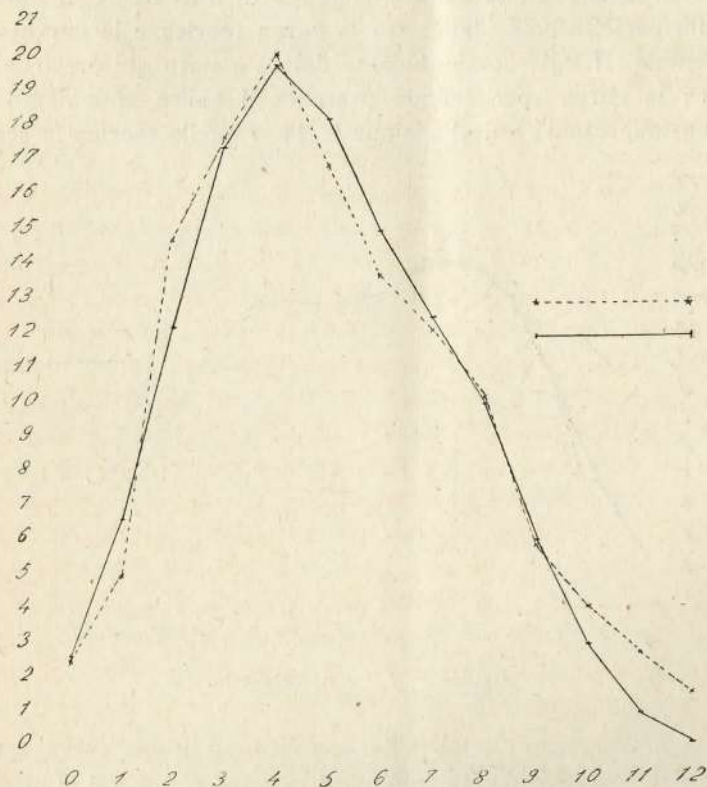



Grafico n. 6. — V° Metacarpale.

regione del V metaparpale in tutti i Sogg. Anche qui abbiamo, nella curva sperimentale, l' ascensione rapida fino al vertice, conforme alla legge di GAUSS; e la più lenta declinazione dovuta all' intervento di una seconda causa; abbiamo il secondo vertice manifesto nell' alta frequenza degli errori nel punto x = 8, e infine la più lenta discesa fino all' esaurimento. Anche qui la curva teorica, costruita matematicamente con somma-

zione di due curve aventi i vertici rispettivamente nei punti $x = 4$ e $x = 8$, corrisponde con grande approssimazione alla curva sperimentale; anche qui si nota, verso la loro fine, il distacco tra le due curve, dovuto all'alta frequenza degli errori grandi per l'azione delle suaccennate cause secondarie.

Il grafico n. 7, che trascrive i valori dell'errore di localizzazione nella regione della 3.ª falange di tutti i Sogg., mostra la più perfetta coincidenza tra la curva teorica e la curva sperimentale. Il PA, come abbiamo detto, è stato qui preso $= {}^4/_{10}$ mm.; la curva sperimentale presenta il solito andamento ad ascensione rapida e declinazione lenta, e quella teorica la segue

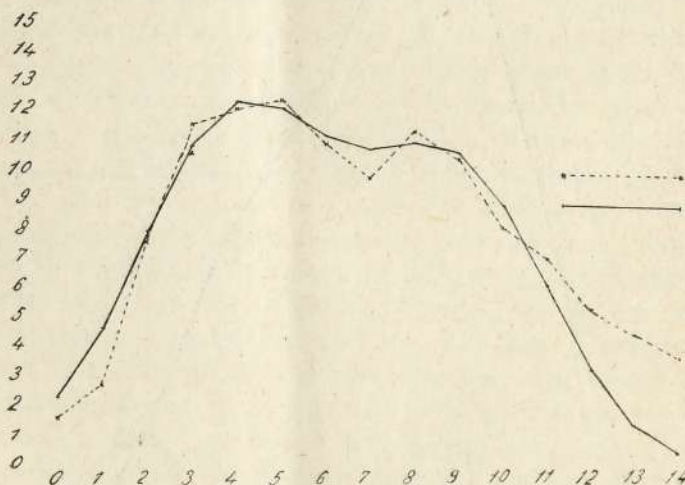



Grafico n. 7. — Avambraccio.

a passo a passo e risulta dalla sommazione di due curve aventi i vertici, rispettivamente, nei punti $x = 1,2$ e $x = 2,8$. La maggior facilità del processo di localizzazione in questa regione spiega la maggior regolarità della curva e l'assenza di quelle deviazioni, che nei due casi precedenti apparivano così chiaramente giustificate.

L'ultimo grafico, n. 8, trascrive i valori dell'errore di localizzazione nella regione dell'Avambraccio di tutti i Sogg. Come dimostra il valore alto della variazione media (v. tab. IV col. 3.ª), la localizzazione in questa regione è più difficile che nelle altre; quindi anche la curva di frequenza, per quanto

compilata con la considerevole cifra di 1340 valori, presenta maggiori irregolarità. Ciò non ostante assai grande è l'approssimazione della curva sperimentale a quella teorica, nascente dalla sommazione di due curve aventi i vertici rispettivamente nei punti x = 4 e x = 9; nettissima l'esistenza dei due vertici; comuni con gli altri grafici le due deviazioni più notevoli, cioè, nel punto del 2.° vertice, il valore più alto della curva sperimentale rispetto alla curva teorica, e nell'ultima

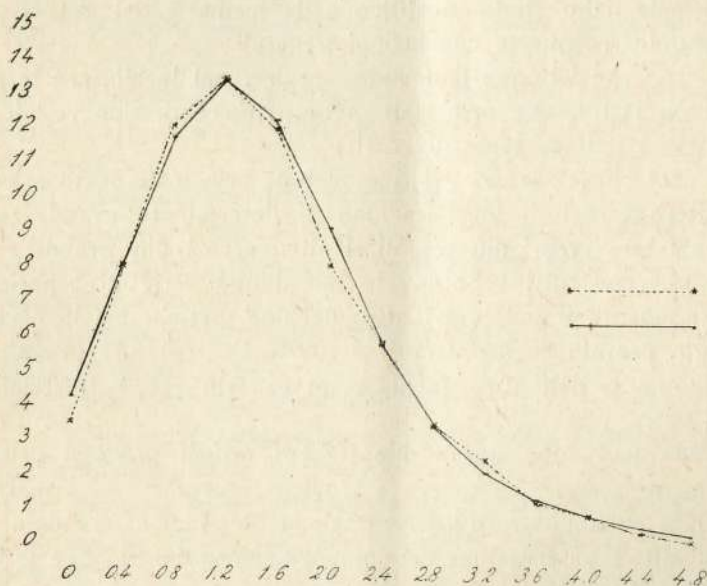



Grafico n. 8. — 3ª falange.

loro fase il distacco tra le due curve per l'alta frequenza degli errori molto grandi (da 12 mm. in più).

L'analisi delle curve dei singoli Sogg. conferma pienamente questi risultati tratti dalle curve riassuntive, e ne suggerisce degli altri. Noi vediamo infatti che la presenza di due vertici (o anche, quando il numero degli errori non è, in totale, così alto da eliminare del tutto le variazioni accidentali od occasionali, due gruppi di vertici, corrispondenti approssimativamente ai due valori fondamentali sopra riferiti) è costante, in modo che i vertici della curva complessiva nascono, per così dire, col contributo che proviene da tutti i Sogg.; tuttavia nelle

curve individuali i due vertici, o gruppi di vertici, non sono mai d'uguale importanza: generalmente prevale l'uno o l'altro dei due, e solo in qualche caso l'altezza dei due vertici è circa uguale; talvolta la prevalenza di un gruppo di errori è così forte, che il secondo vertice è appena accennato, e magari anche non compare più come vertice, ma tradisce la sua presenza col determinare, a un certo punto, una forte asimmetria della curva.

Onde dallo studio analitico delle medie e dei grafici possiamo trarre queste conclusioni generali:

1.° che i Soggetti devono seguire, nel localizzare le sensazioni tattili, due principali metodi differenti, due regole direttrici funzionalmente diverse;

2.° che ciascuno dei due metodi principali porta a commettere errori di localizzazione di determinate grandezze, e cioè l'uno errori più piccoli, l'altro errori più grandi;

3.° che tutti i Sogg., in una lunga serie di esperienze seguono ora l'uno, ora l'altro dei due metodi, ma in ciascun Sogg. prevale normalmente o l'uno o l'altro; e la prevalenza dell'uno o dell'altro fornisce un criterio per la distinzione dei tipi.

Ma quali sono questi due metodi? quali processi psichici li costituiscono? Le tabelle e i grafici servono solo a metterli in luce; una ulteriore interpretazione non può essere data che mediante l'osservazione del comportamento dei Sogg. e le loro stesse deposizioni introspettive.

IV. — Il processo psicologico della localizzazione.

Incominciamo con la descrizione del processo della localizzazione nella sua forma più compiuta, riservando per dopo i criteri pe rla distinzione dei tipi. Appena ricevuta la stimolazione ed avvertita la sensazione corrispondente, il Sogg., servendosi dell'associazione già stabilitasi nella sua psiche tra la sensazione tattile, l'imagine visiva della regione stimolata e i movimenti occorrenti per portare su quella regione l'arto localizzatore, avvicina la sua matita al punto in cui suppone che sia avvenuta la stimolazione. Il primo punto toccato con la sua matita gli darà, quasi sempre, una sen-

sensazione ch' egli, confrontandola con quella provocatagli prima dallo Sperim., riconoscerà essere diversa, fornita cioè di quella sfumatura, di quella particolarità che distingue tra loro le diverse sensazioni tattili. Non soddisfatto del primo tentativo, il Sogg. andrà tentando altri punti, cercando di avvicinarsi al punto stimolato, ossia spostando la sua matita nella direzione del punto in cui ritiene che sia avvenuta la stimolazione; ogni tanto premerà con la sua matita sulla pelle per *sentire* se è giunta al punto ricercato. Quando si fermerà il Sogg.? Quando avrà provocato a sè stesso, con la sua matita, una sensazione uguale a quella ricevuta dallo Sperim.; allora il processo di localizzazione è terminato. I momenti di questo processo, le sue fasi, le funzioni che vi partecipano sono dunque:

1.° Avvertimento della sensazione;

2.° Processo sensorio-motore con cui, per l' associazione tattilo-visivo-cinesica, la mano localizzatrice porta la matita sulla regione stimolata;

3.° Avvertimento della nuova sensazione provocata dal Sogg. a sè stesso;

4.° Ricordo della sensazione primitiva;

5.° Giudizio di confronto tra la sensazione primitiva, presente nella memoria, e le nuove sensazioni;

6.° Giudizio sulla direzione in cui è stato commesso l' errore e sua correzione fino all' indicazione definitiva del punto stimolato.

L' avere elencati l' uno dopo l' altro questi momenti e queste funzioni non deve far supporre che si svolgano con una successione regolare; la memoria della sensazione primitiva, ad esempio, incomincia appena si è prodotta la stimolazione e perdura fino al termine del processo; il giudizio di confronto e il giudizio sulla direzione dell' errore si ripetono per ciascuna delle nuove sensazioni che il Sogg. si provoca nei suoi diversi tentativi. La distinzione dei sei atti ha, tuttavia, un reale fondamento psicologico, e noi dobbiamo seguirla nella descrizione particolareggiata del processo mentale della localizzazione.

Il tempo impiegato nel processo è molto variabile, ma nell' insieme assai considerevole (in media 15″ di cui 10″ o

12'' dal primo tentativo di riproduzione della sensazione fino all' indicazione definitiva).

Analizziamo partitamente questi diversi momenti.

I. Poco diremo sull' avvertimento della sensazione. Il Sogg., spinto dal preavviso a concentrare tutta la sua attenzione sulla sensazione, cerca sopratutto di cogliere la particolarità che le deriva dal suo segno locale, che sarà il termine di confronto di tutte le sensazioni che poi il Sogg. provocherà a sè stesso. Qui sorge subito una domanda: questa particolarità della sensazione tattile su cui il Sogg. concentra la sua attenzione viene immediatamente considerata come una particolarità *locale* oppure dapprima viene appresa semplicemente come una certa sfumatura della qualità tattile? in altri termini, il Sogg. interpreta subito il « segno locale » come *segno*, cioè come indice di una situazione, di un luogo, oppure si ferma all' avvertimento del segno locale come qualità? Un principio di interpretazione locale della sensazione tattile è implicito nel fatto che il Sogg. porta subito la mano localizzatrice alla regione stimolata; ma questa interpretazione non viene spinta più in là di quanto è necessario per distinguere all' ingrosso le diverse regioni della pelle: nell'apprendere la sensazione precisa che dev' essere poi riprodotta, l' attenzione del Sogg. gravita per la massima parte sul suo aspetto qualitativo. Non c' è differenza, insomma, tra l'atteggiamento del Sogg. nel fissare la particolarità della sensazione tattile, e l' atteggiamento di chi fa attenzione a una certa sfumatura di colore o a un suono di una certa altezza: in tutti i casi si cerca di cogliere nella sensazione quell' aspetto che la individua e che servirà poi a distinguerla dalle altre simili; l' interpretazione di quelle differenze qualitative come differenze di luogo, di queste come differenze di saturazione o di altezza nasce dopo, col confronto con altre sensazioni.

A conferma di ciò sta anche un altro fatto, una illusione frequentissima nei nostri esperimenti. Dicemmo che, in ciascuna regione, le stimolazioni venivano ripetute sempre nello stesso punto, per evitare le variazioni dipendenti dalla struttura anatomica della pelle; ebbene, i Sogg. credevano spesso che i punti stimolati fossero diversi; e alcuni al termine di una serie, aprendo gli occhi indicavano i luoghi dove credevano che le

stimolazioni avessero avuto luogo. Ciò non ostante localizzavano sempre bene, ossia andavano, ad occhi chiusi, vicino al punto stimolato anche quando credevano che fosse in un luogo diverso da quello in cui era. Questo dimostra che ciò che serviva di guida alla ricerca, e quindi ciò che il Sogg. aveva afferrato della sensazione, era la qualità tattile con le sue particolarità, non l'idea della sua situazione in questo o quel punto della superficie cutanea.

Afferrata così, con l'attenzione ben concentrata, la qualità propria della sensazione ricevuta, incomincia il vero processo di localizzazione.

II. Il primo atto consiste nel portare la mano localizzatrice alla regione stimolata. Il movimento si compie per l'associazione della sensazione tattile ricevuta con l'imagine visiva della regione stimolata e con la sensazione cinesica del movimento necessario per la localizzazione. Diciamo subito che questo primo movimento è molto incerto e che la localizzazione fatta con questo atto è per lo più sbagliatissima: non c'è, quasi, esempio di un Sogg. che non abbia sentita la necessità di correggere la prima indicazione; solo per puro caso la mano localizzatrice può cadere vicino al punto stimolato. Quando la regione stimolata era la 3.ª falange del dito medio, non di rado il Sogg. portava la sua matita sull'anulare o sull'indice, o anche sul mignolo, quando non la portava addirittura sopra la tavola; solo dopo diversi tentativi entrava nella regione stimolata, e allora incominciava l'osservazione precisa dei singoli punti coi rispettivi segni locali. Questo primo movimento è dunque soltanto un movimento di orientazione generale; l'incertezza e la frequente erroneità del suo risultato provano quanto poco precisa sia l'associazione tattilo-visivo-cinesica (1).

(1) Come già dicemmo, è questo il solo atto del processo di localizzazione che si avvicina un poco al riflesso, sebbene più esattamente si debba dirlo un effetto, un risultato del meccanismo associativo. Ebbene, se si misurasse l'errore di localizzazione tenendo conto del punto dove va a cadere la prima volta la matita del S. (nei casi in cui la misura è possibile, escluse cioè le volte in cui la matita cade sul tavolino) si avrebbero delle cifre enormi e sprovviste, per lo scopo nostro, di qualsiasi significato: esse dimostrerebbero soltanto l'imprecisione del meccanismo di associazione tattilo-visivo-cinesica. Tutto il processo, poi, che si inizia dopo questo primo atto di orientamento generale e che

Qual'è l'importanza e l'ufficio delle imagini visive nella localizzazione delle sensazioni tattili? La maggior parte dei Sogg. dichiara di avere, durante l'esperimento, presente l'imagine visiva della regione stimolata; qualcuno aggiunge di vedere mentalmente anche il punto preciso de'la stimolazione. Ma se l'imagine visiva della regione nel suo complesso aiuta il primo atto di orientamento generale (che potrebbe, del resto, compiersi anche per la semplice associazione tattilo-motrice senza l'intermediario delle imagini visive), non è poi più di alcun aiuto quando si tratta di ritrovare il punto preciso; non lo è certo in quei Sogg. che hanno l'imagine visiva della regione nel suo complesso; ma non lo è neppure in quelli che si rappresentano mentalmente anche il punto preciso, giacchè questa rappresentazione può essere sbagliata e la localizzazione tuttavia esatta. Tutti i soggetti erano vittime di quest'illusione, perchè tutti credevano che le stimolazioni accadessero in punti diversi, mentre, in una stessa regione, accadevano sempre nello stesso punto; ma i sogg. G ed H mostravano quest'illusione in un grado più alto, perchè, pur aggirandosi con la matita nei contorni del punto stimolato, s'immaginavano mentalmente di trovarsi in tutt'altra regione, tanto che si mosravano sorpresi di vedere, alla fine dell'esperimento, le tracce dei punti toccati in luoghi ben diversi da quelli che si rappresentavano. Possiamo dunque concludere che le imagini visive hanno, nel migliore dei casi, l'ufficio di aiutare il Sogg. nell'orientarsi approssimativamente nella regione a cui appartiene il punto stimolato; possono per altro anche mancare, e in ogni modo in tutto l'ulteriore processo di localizzazione hanno un'importanza minima.

III. Quando il Sogg. con la sua matita tocca un punto della propria pelle, si produce una sensazione, come gli era stata provocata prima dallo Sperim.; l'avvertimento di questa nuova sensazione non differisce dall'avvertimento della sensazione primitiva: anche qui, cioè, ciò che colpisce l'attenzione del Soggetto è la particolarità qualitativa della pensazione, il suo

culmina con la localizzazione precisa del punto stimolato, è così lontano dagli atti riflessi, quanto l'imbattersi in una perla smarrita per la strada differisce dall'andarla a pescare nelle profondità dell'oceano.

segno locale. Ma qui incominciano ad entrare in giuoco altri fattori, ai quali accenneremo dopo di aver parlato della memoria e del giudizio di confronto.

IV. La conservazione dell' imagine della sensazione tattile nella memoria è una condizione indispensabile del processo di localizzazione; il Sogg. infatti in tanto è capace di indicare, dopo trascorso un certo intervallo di tempo, il punto stimolato, in quanto ha conservato il ricordo ed ha presente l' imagine della sensazione provocatagli dallo Sperim., e in quanto confronta questa imagine con le varie nuove sensazioni che va provocando a sè stesso. La necessità di questa condizione è dimostrata dal fatto che quando, per diversi motivi, la memoria della sensazione primitiva manca o è insufficiente o è turbata, la localizzazione è impossibile. Qualche volta il S. stesso, anche prima di accingersi a localizzare, dichiara di « non ricordare » la sensazione, probabilmente perchè in quel momento la sua attenzione non era ferma e concentrata, in modo che si è resa impossibile la fissazione del ricordo: e allora rinunzia senz'altro ad ogni tentativo di localizzazione (ciò accadde p. es. varie volte nel sogg. D). Qualche altra volta invece il S. si accinge alla localizzazione, e incomincia a tastare, colla sua matita, diversi punti della pelle nella regione stimolata, senza trovare il punto preciso; e continuando a lungo nei suoi tentativi si provoca tal quantità di nuove sensazioni e si confonde talmente che finisce col « non ricordarsi più » della sensazione primitiva; allora o sospende il processo, o, se si ostina a condurlo a termine, corre il rischio di commettere un errore di localizzazione molto più grande della media (questo caso si ripete più volte nel soggetto G).

Qualche cosa della sensazione tattile deve dunque conservarsi. Si badi per altro di distinguere bene la permanenza della sensazione (« sensazione consecutiva », come si ha anche nella vista, nell' olfatto, nel senso termico etc.), dal *ricordo* della sensazione (« imagine mentale » della qualità sensoriale): la prima non è altro che il prolungarsi della sensazione dopo tolto lo stimolo, e dipende dal prolungarsi ed estendersi dell' eccitazione sulle terminazioni nervose tattili; ma anche dopo che la sensazione consecutiva è scomparsa, rimane nella memoria la traccia della sua qualità, tanto che, quando si ripro-

duce una sensazione uguale, possiamo riconoscerla. Che cosa sia quest' imagine mentale della qualità tattile è altrettanto difficile l'esprimere con parole, quanto in genere il descrivere tutti i fatti psichici semplici, le sensazioni, le imagini, i sentimenti etc.; ogni tentativo di descrizione, fatto dai soggetti a mia richiesta, si risolve nel riferirsi al genere dello stimolo, al punto dove si colloca la sua azione, al grado d' intensità. Solo possiamo dire: che rimane nella memoria ciò che è entrato nel campo della coscienza quando la sensazione è stata avvertita dal Soggetto; che quest' imagine che rimane ripete gli stessi caratteri, le stesse particolarità individuatrici della sensazione (qualità, intensità, estensione, segno locale), tanto è vero che due imagini diverse possono essere distinte tra loro tanto bene quanto due differenti sensazioni (p. es. distinguiamo benissimo, mentalmente, i caratteri di una sensazione di puntura ricevuta sulla mano dai caratteri di un' uguale sensazione di puntura ricevuta sulla fronte); che infine quest' imagine è ciò che rende possibile, poi, il confronto tra le nuove sensazioni e quella primitiva, è, anzi, il termine del confronto, la base del giudizio di riconoscimento. Sicchè possiamo affermare che *viene conservato nella memoria quel tanto che è necessario per entrare a far parte di una rete di rapporti*, siano questi soltanto rapporti qualitativi o vengano interpretati come rapporti spaziali; ciò che si ricorda è ciò che può essere assimilato dall' intelletto mediante quella elaborazione relazionale che fa del puro dato un elemento del sistema della conoscenza.

Conservare a lungo l' imagine della sensazione tattile con tutti i suoi caratteri particolari, sopratutto col suo segno locale, è assai difficile, quanto ad es. il fissar bene nella memoria una certa sfumatura di colore tanto da poterla distinguere da altre sfumature dello stesso colore (1); la difficoltà dell' operazione è provata dall' intensa concentrazione dell' attenzione, che aumenta quanto più a lungo si protrae il processo di localizzazione. La mimica del volto, che io curai di osservare sempre essendo ottimo indizio degli stati mentali, dimostra la grande concentrazione dell'attenzione: le sopracciglia arcuate, le rughe

(1) V. più oltre la relazione degli esperimenti di controllo fatti sul riconoscimento dei colori.

frontali (leggiere a causa dell' età giovanile della maggioranza dei soggetti) convesse sopra le sopracciglia e concave nella regione della glabella, la contrazione dei muscoli nella regione del nasion, sono qui i movimenti espressivi dell' attenzione ben concentrata, giacchè, avendo il S. gli occhi chiusi, mancano i movimenti espressivi delle palpebre e del globo oculare.

Non si può dubitare che alla conservazione dell' imagine tattile venga un certo aiuto dall' associazione con l' imagine visiva; quest' ultima, in genere, è più salda, si conserva più a lungo, è anche più famigliare a causa dell' abitudine; di modo che se anche l' imagine della qualità tattile è scomparsa del tutto, col prolungarsi dell'intervallo di tempo, la localizzazione è ancora possibile per mezzo dell' imagine visiva della regione stimolata. Rimane sempre fermo che l' imagine visiva si riferisce alla regione in genere, non al punto preciso, onde l' errore di localizzazione può divenire assai grande.

Quando poi il Sogg., cercando di ritrovare il punto stimolato, con la sua matita produce a sè stesso una sensazione, viene, per così dire, a dar corpo all' imagine mentale; allora s' inizia il processo di confronto tra la sensazione primitiva e la nuova.

V. L' atto di confronto è, nell' atteggiamento mentale che andiamo descrivendo, il momento culminante del processo di localizzazione e la causa principale della grandezza dell' errore: l' errore, infatti, sarà tanto più piccolo quanto più il Soggetto riuscirà ad accorgersi delle differenze e delle somiglianze tra le sensazioni provocate in punti vicini della pelle. Quando parliamo di « atto di confronto » non vogliamo dire che il Soggetto per ciascuna sensazione che si provoca istituisca deliberatamente un paragone con la qualità tattile della sensazione primitiva: alludiamo piuttosto a quell' atto di confronto che è implicito in ogni processo di riconoscimento, e che è per lo più così intrinseco alla percezione che alcuni riposero la radice del riconoscimento in una « qualità » speciale della percezione, la qualità del « già noto ». Questa frase non è altro che una maniera popolare e metaforica per indicare che l' atto di confronto presupposto dal riconoscimento si compie immediatamente appena è avvertita la sensazione: e la sensazione con l'atto di confronto formano insieme quel complesso fatto psi-

chico, che ha un lato sensoriale ed uno intellettuale, a cui spetta il nome di « percezione ».

Ciò che accade nella coscienza quando si provoca una sensazione tattile è dunque, sebbene in apparenza elementare ed irriducibile, in realtà un fenomeno assai complicato, che implica: rievocazione, in imagine, di una sensazione anteriore (l' altro termine del paragone), confronto tra la nuova sensazione e la primitiva, riconoscimento della loro identità o differenza, e, nel caso della differenza, avvertimento della sua grandezza e direzione. È, embrionalmente, il processo della classificazione. Con ogni tentativo di localizzare tutto il processo si ripete, e si svolge ormai con grandissima rapidità, tanto che gli 8″ o 10″ impiegati dal Sogg. per giungere all' indicazione definitiva possono comprendere tre, quattro, cinque o più tentativi per ciascuno dei quali tutto il processo si svolge e si compie.

Questo processo di elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali si ripete, nello schema qui indicato, per tutte le forme di sensibilità. Ma per la sensibilità tattile studiata col metodo della localizzazione sorge un problema tutto speciale. Infatti, nelle altre forme di sensibilità le differenze tra le sensazioni, tra cui si istituisce il confronto, sono differenze di qualità o di intensità, e in tal caso l' ordinamento in gruppi, il riconoscimento delle somiglianze e delle differenze, il principio di classificazione sono più facili; nel nostro caso invece le differenze sono di segno locale. Era quindi naturale che ci ponessimo la domanda: il fatto che il rapporto tra le sensazioni, tra cui si istituisce il confronto, sia d' ordine spaziale anzichè semplicemente qualitativo o intensivo, ha per conseguenza una certa peculiarità nell' atteggiamento mentale del soggetto che confronta e riconosce, oppure l' attegiamento mentale del Soggetto è fondamentalmente identico nei due casi?

Per rispondere a questa domanda abbiamo fatto una piccola serie di esperimenti di controllo nel campo delle percezioni visive. Si presentava al Sogg. un piccolo rettangolo (dim.: cm. 15 × 8,5) di carta colorata in rosa alquanto acceso, tenendolo esposto, sul tavolino nero del Laboratorio, per 30″ o 40″, ed avvertendo il Sogg. di osservarlo attentamente, di fissarne bene la sfumatura, per poterla ricordare (la stessa

concentrazione dell' attenzione si ha, come vedemmo, nella localizzazione tattile). Poi, senza che il Sogg. vedesse, si disponeva sul tavolino una serie di 16 rettangoli di carta colorata, di identiche dimensioni, comprendenti le più varie sfumature del rosa, dal chiaro all' acceso, dal violaceo al *cérise*, e, mescolato tra gli altri, anche il rettangolo presentato prima separatamente. Il Sogg. aveva allora il compito di ritrovare, in mezzo alla serie, il foglio presentato la prima volta. Non era compito facile, perchè se alcune sfumature del rosa (quelle chiare) potevano essere escluse a prima vista, altre tinte erano assai vicine a quella che doveva essere riconosciuta, sicchè si richiedeva un attento esame, un ben ponderato processo di confronto. Il metodo seguito dai più consisteva nell' eliminare subito (o togliendoli del tutto dalla vista, o facendone astrazione) tutti quei fogli le cui tinte apparivano subito differenti da quella ricordata, in modo da ridurre l' alternativa a due o tre fogli; seguiva un' osservazione accurata di questi ultimi, fino all' indicazione definitiva. Il tempo impiegato per giungere alla scelta finale variava da 35'' a 2'. Il risultato non fu quasi mai esatto: su 8 soggetti, soltanto 2 riuscirono a rintracciare la sfumatura ricercata, mentre 6 ne indicarono altre più o meno lontane.

Come risulta da questa descrizione sommaria, vi erano nell' esperimento tutte le condizioni e si ponevano in opera i procedimenti medesimi dell' esperimento di localizzazione: la presentazione del primo foglio colorato corrisponde alla prima stimolazione tattile che dà la sensazione-modello, quella che deve essere ritrovata; quella tinta deve conservarsi nella memoria del Sogg. fino al ritrovamento; la serie dei 16 fogli colorati corrisponde alle diverse sensazioni tattili che il Sogg. si provoca nei successivi tentativi di localizzazione, e precisamente le tinte più lontane corrispondono alle sensazioni che il Sogg. può provocarsi in punti lontani per l' inesattezza dell' associazione tattilo-visivo-muscolare; il Sogg. esclude subito le tinte più lontane, come immediatamente si accorge dell' errore quando tocca punti molto distanti; rimane più incerta e dura più a lungo l' alternativa tra le tinte vicine, come più a lungo si protraggono i tentativi di localizzazione nelle vicinanze del punto stimolato; infine il Sogg. indica, con maggiore o

minore esattezza, la tinta in cui crede di riconoscere quella primitiva, come, nel localizzare, si ferma al punto in cui gli sembra di riprovare la sensazione primitiva. Rimane dunque soltanto il fatto che in un caso abbiamo a che fare con rapporti di saturazione di un colore, nell' altro con rapporti spaziali; produce ciò alcuna differenza nell' atteggiamento mentale del Soggetto? — No: la descrizione sin qui data dimostra che il Sogg. tratta nell' identica maniera quelli che a noi sembrano due generi diversi di rapporti; il Sogg. si comporta di fronte alle sensazioni tattili ricevute da punti diversi della pelle nella stessa maniera in cui si comporta di fronte ai diversi gradi di saturazione di un colore; il che prova che tanto nell' un caso che nell' altro la differenza che colpisce il Sogg. è di ordine qualitativo. La teoria dei segni locali riceve da questo esperimento una limpida conferma.

Nè questa è soltanto l' interpretazione oggettiva del fenomeno risultante dall' analisi del comportamento dei Soggetti: anche le osservazioni introspettive concordano in questo risultato. Alcuni Sogg. nel descrivere il processo di riconoscimento dei colori introducono la stessa terminologia dei rapporti spaziali che usano per descrivere la localizzazione, altri invece si servono della terminologia dei rapporti qualitativi nella descrizione di ambedue i processi. Anche nel linguaggio comune, del resto, parliamo spesso delle differenze qualitative in termini di spazialità e delle differenze spaziali in termini qualitativi. Ecco un esempio di deposizione introspettiva in cui le differenze spaziali della localizzazione sono assimilate in tutto e per tutto alla differenze qualitative (Soggetto F.): « Mi pare che toccando un dato punto si senta una sensazione « uguale a quella che ha fatto Lei, e che toccando in diversi « punti ci sia differenza tra le diverse sensazioni; come, quando « ci siamo fatti male in un punto, a toccare quel punto lì si ri- « sente il male come la prima volta, mentre toccando in un « altro punto si sente un altro male ». — Ed ecco un esempio di metafora spaziale nella descrizione dell' esperimento sui colori, dovuta ad un Soggetto illetterato (Sogg. G.): « Prima « ho guardato molto fissamente quello che vedevo, che era un « colore rosa piuttosto acceso, che mi è rimasto molto impresso « nella mente. Qui poi [cioè nella serie dei 16 fogli colorati]

« si confondono questi due tipi [il Sogg. indica 2 fogli] che sono
« quasi gli stessi, tra i quali senza dubbio non si esce. Ho tenuto
« sempre fisso nella mente quel colore rosa acceso, di cui in
« questa serie non ci sono che questi due; e mi sembra piut-
« tosto questo [indica uno dei due fogli] perchè è più acceso
« dell' altro. È perchè è il più acceso, e che io avevo in mente
« un rosa molto acceso che mi pare sia questo. [Alla domanda
« se nota differenza tra questo procedimento e quello della lo-
« calizzazione :] Differenza no : il procedimento è sempre quello :
« come là c' era *l' idea fissa del punto* dove ero stato toccato,
« così quì *l' idea del punto di colore* è quello che mi sono fisso
« in mente e che dovevo ricercare ».

Concludendo, il processo di localizzazione implica una elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali tattili nella quale s' impiegano gli stessi procedimenti mentali di confronto, discriminazione e riconoscimento che si impiegano nell' eleborazione intellettuale delle altre qualità sensoriali; il valore spaziale delle qualità tattili, per cui noi le interpretiamo come *segni* di luoghi, non reca alcuna differenza essenziale nell' atteggiamento conoscitivo.

VI. Rimane un ultimo problema da dilucidare. Una volta che il Sogg. si accorge di aver toccato un punto che gli dà una sensazione diversa da quella che deve riprodurre, si corregge spostando la matita verso il punto ove suppone che la stimolazione sia stata fatta; ciò vuol dire che giudica della distanza e della direzione dell' errore. Qui siamo proprio nel punto in cui si passa dalla semplice percezione tattile all' interpretazione spaziale; come avviene la correzione dell' errore? come si giunge all' indicazione definitiva? — Dobbiamo distinguere due casi. Quando il Sogg. fino dalla prima indicazione sente di trovarsi molto vicino al punto ricercato, vediamo la sua matita andar tastando qua e là nel contorno del punto, o senza direzione precisa, o nella direzione in cui prevalgono gli errori (sul quale argomento dovremo tornare più oltre); il Sogg. sembra andare per tentativi incerti, finchè si incontrerà con la sensazione che gli apparirà uguale a quella primitiva. In questo caso non si può parlare di « giudizio » sulla direzione e sulla grandezza dell'errore. — Altre volte invece la lontananza tra il punto toccato dal Sogg. e quello ricercato è così grande,

che il Sogg., con una certa sicurezza, sposta subito la sua matita finchè giunge in vicinanza del punto stimolato. Qui realmente il Sogg. ha coscienza di un errore, ne valuta la grandezza e la direzione e lo corregge. Ora, come l' errore è dovuto all' inesattezza dell' associazione tattilo-visivo-muscolare, così dobbiamo ritenere che anche la correzione ha luogo con l'intermediario della medesima associazione. Facciamo un esempio. Il Sogg. tiene la mano destra distesa, col dorso posato sul tavolino e la regione palmare presentata allo Sperim.; la stimolazione vien fatta sul polpastrello del dito medio; il Soggetto muove la sua mano sinistra (localizzatrice) e con la matita tocca un punto assai lontano da quello stimolato, p. es., sul polpastrello del dito indice. Si accorge subito dell' errore, e, con un salto, raggiunge la regione stimolata (qualche volta il salto è troppo grande e la matita passa dall' indice all' anulare: allora si richiede un secondo movimento di correzione). Che cosa è accaduto? Che il Sogg. aveva, la prima volta, misurato male il suo movimento in distanza e in direzione; che poi l asensazione provocata non corrisponde a quella che presentiva quando regolava il suo movimento: onde comprende che il movimento è sbagliato. Ma la sensazione provocatasi sull' indice gli ha destato l' imagine mentale (visiva o di posizione) del punto toccato e al tempo stesso la rappresentazione della differenza tra il movimento che avrebbe dovuto compiere per raggiungere quel punto e il movimento che avrebbe dovuto compiere per raggiungere la regione stimolata; allora, calcolando la grandezza e la direzione di questa differenza, compie il movimento necessario per superarla, finchè giunge al punto ricercato. Le imagini visive hanno qui, nei Sogg. normali, una reale importanza perchè aiutano nel calcolare l'errore e nel correggerlo; nei ciechi per altro l'assenza delle imagini visive non porta alcun turbamento apparente, perchè l'associazione è direttamente tattilo-muscolare. Quando poi la regione stimolata è stata raggiunta, i piccoli errori nel contorno del punto stimolato sono corretti coi tentativi irregolari di cui abbiamo fatto parola: qui manca l' aiuto dell' associazione tattilo-visivo-muscolare: e l' irregolarità dei tentativi dimostra che è impossibile l' orientazione spaziale quando le sensazioni tattili non si associano con imagini cinesiche e visive.

La conclusione — sulla quale, per l' importanza che ha per il problema dell' origine della percezione tattile dello spazio, dovremo tornare in altro luogo, — è che le sensazioni tattili non contengono, in sè sole e per sè prese, alcuna indicazione di carattere spaziale, e che il valore locale delle qualità tattili deriva a loro dall' associazione con imagini visive e con movimenti. Un giudizio sulla direzione e sulla distanza, e quindi una correzione metodica e riflessiva dell' errore di localizzazione, è possibile dentro i limiti in cui agisce l'associazione tattilo-visivo-muscolare; quando quest' associazione non può agire, la grandezza dell' errore di localizzazione è determinata, oltre che dalla sensibilità, soltanto dall' esattezza della memoria e dalla precisione dell' atto di confronto e di riconoscimento. Così si giunge all' indicazione definitiva, e il processo psicologico della localizzazione è terminato.

Noi abbiamo descritto così il processo psicologico della localizzazione nella sua forma più completa, quale si adempie negli individui in cui, come risulta dall' esame delle tabelle riassuntive, il valore dell' errore di localizzazione è piccolo. Ma abbiamo detto che in alcuni individui l' errore assume un valore medio assai più alto; quali caratteri e quali fasi definiscono allora il processo psicologico della localizzazione? in qual senso dobbiamo modificarne la descrizione?

Dall' osservazione del comportamento dei soggetti, da alcuni esperimenti di controllo oggettivo (di cui parleremo) e dalle testimonianze introspettive dei soggetti medesimi risulta che accanto al metodo implicito nel processo di localizzazione sin qui descritto — e che ha per sua caratteristica il fatto che il Sogg. cerca di provocare a sè stesso una nuova sensazione tattile per confrontarla, fino al riconoscimento dell' identità, con quella provocatagli dallo Sperim. e conservata nella sua memoria — vi è un altro metodo, assai diverso, con cui si cerca di raggiungere la precisione nel ritrovamento del punto stimolato: descriviamolo sommariamente per vedere in che differisca dal metodo, che chiameremo ormai «metodo di riproduzione», e come l' uso dei due metodi conduca in genere ad errori di diversa grandezza.

Una sensazione qualsiasi non cessa di esser presente alla

coscienza appena lo stimolo ha cessato di agire sulle terminazioni sensoriali, ma permane per un certo tempo, che è più o meno lungo nei diversi campi sensoriali, oltre che per diverse condizioni variabili, come l' intensità dell' azione stimolante, lo stato dell'organo etc. Queste sensazioni permanenti possono talvolta essere diverse dalle sensazioni primitive di cui sono la continuazione: così p. es. nella vista, dove hanno ricevuto il nome di « imagini consecutive », hanno qualità e intensità diverse da quelle delle sensazioni primitive, hanno un' evoluzione loro propria (le « fasi colorate »), infine impallidiscono e si dileguano. Altre volte invece le sensazioni permanenti non sono altro che la continuazione pura e semplice delle sensazioni primitive e la loro evoluzione non è che un continuo affievolirsi fino alla scomparsa definitiva. Tale è anche il caso delle sensazioni tattili; dopo che l' eccitazione è terminata, rimane per un certo tempo la sensazione, che continua nella sua qualità specifica la sensazione primitiva: solo che con la diminuzione dell' intensità fino all' estinzione si osserva la diminuzione di chiarezza di quella particolarità intrinseca a ciascuna sensazione tattile che è il suo segno locale. Anche la pura introspezione infatti ci mostra che a mano a mano che una sensazione tattile permanente (o imagine consecutiva permanente) va affievolendosi, ci riesce più difficile individuare il punto in cui è stata provocata: sembra che la sensazione, mentre si attenua, si irraggi nel contorno del punto stimolato per una estensione dipendente dalla natura e dalla distribuzione della sensibilità; a poco a poco si perde la nozione del « punto » stimolato e non rimane che la nozione di un certo « campo » in cui ha agito lo stimolo. È questo il fenomeno dell' *irradiazione*, per cui una sensazione provocata in un punto della pelle si estende nel contorno del punto entro un certo raggio, la cui ampiezza dipende sia dalla struttura anatomica della regione, sia dall' intensità dello stimolo: quanto più intensa è l' eccitazione, tanto più si irraggia la sensazione, entro i limiti imposti dalla conformazione strutturale della regione.

Quando, dunque, si provoca una sensazione in un punto della pelle, alcuni soggetti cercano di portare la matita localizzatrice sul punto in cui permane ancora la sensazione. È questo un processo che ha luogo istintivamente quando p. es.

portiamo la mano sul punto in cui un insetto ha prodotto una sensazione di puntura o di solletico, quando sentiamo prudere etc.: permane la sensazione, e prima che sfugga portiamo la nostra mano dove la sentiamo ancora sussistere (1). Quando, negli esperimenti di localizzazione, si segue questa via, il processo psicologico può riassumersi nelle seguenti fasi: 1.° avvertimento della sensazione provocata dallo Sperim.; 2.° il Soggetto immediatamente reagisce portando (mediante l'associazione tattilo-visivo-motrice) la matita localizzatrice alla regione stimolata, cercando di compiere il movimento con la massima rapidità possibile, affinchè non scompaia nel frattempo la sensazione permanente; 3.° nella regione stimolata il Sogg. cerca, tastando, di trovare il punto in cui gli sembra che più energica sia ancora la sensazione permanente, finchè giunge all'indicazione definitiva. Il processo è, come si vede, rapido, e quasi diremmo nervoso: vi è un limite di tempo necessario a che il Sogg. possa usare questo metodo, dato dalla durata della sensazione tattile rimanente: quando la sensazione è scomparsa, il Sogg. o, pretendendo di ritrovarla con lo stesso metodo, è spinto dal caso a gravi errori, o è costretto a rintracciare il punto stimolato riprovocando a sè delle sensazioni e confrontandole con l'imagine della primitiva serbata nella memoria. Come abbiamo chiamato il primo metodo « metodo di riproduzione », così possiamo chiamare questo secondo « metodo di ritrovamento ».

Tra i due metodi vi sono alcuni caratteri e alcune fasi comuni. L'avvertimento della sensazione primitiva, come delle altre provocate da sè a sè stesso, l'associazione tattilo-visivo-motrice e l'avvertimento della direzione e della grandezza degli errori che vengono corretti, sono uguali in ambedue i procedi-

(1) Alla coscienza volgare — per così dire — non è sempre agevole il distinguere il semplice « contatto » dalla sensazione di dolore ricevuta attraverso la pelle, sebbene non solo le sensazioni siano diverse, ma anche il substrato anatomico sia differenziato. Ciò spiega il perchè, nei miei esperimenti, i S. spesso parlino di « permanenza del dolore » anzichè permanenza della sensazione tattile, sebbene in realtà le stimolazioni che io producevo non fossero per nulla dolorose. Così ad es. un S., interrogato sul modo come rintracciava il punto stimolato, rispose: « Andavo tastando col lapis per ritrovare il punto dolorifico della sensazione ».

menti. Ma sono molti i caratteri differenziali. Nel primo metodo compiono un'azione di fondamentale importanza la memoria, il giudizio di confronto e il riconoscimento; nel secondo invece la sensibilità ha un ufficio più importante dei processi intellettivi; il primo metodo mette n opera specialmente l'attività mentale, il secondo l'attenzione sensoriale; il primo esige calma, lentezza, molteplicità di tentativi, finezza nel confrontare e nel riconoscere, mentre il secondo esige rapidità, sicurezza di movimenti, agilità. È naturale che i risultati dell'uso del primo metodo siano più costanti e precisi, i risultati dell'uso del secondo metodo siano più variabili e incerti. L'associazione tattilo-visivo-motrice è, come dicemmo, ben poco precisa: ora, poichè è evidente che nel secondo metodo il risultato dipende in buona parte dalla rapidità e dall'esattezza del movimento di localizzazione, si spiega come i risultati siano, nel confronto del primo, poco soddisfacenti.

Ma uno dei motivi principali della maggior grandezza dell'errore di localizzazione per l'uso del secondo metodo è dato dal fenomeno dell'irradiazione. Si tratta di ritrovare sulla pelle il punto preciso in cui permane una certa sensazione: è naturale che se la sensazione si è estesa in una cerchia assai larga, qualunque punto di questa cerchia sembra quello di cui la stimolazione ha avuto luogo; se l'irradiazione è molto estesa, sarà possibile che il Sogg. indichi dei punti notevolmente lontani da quello stimolato. Tuttavia, poichè quanto più estesa è la regione entro cui non si riesce a distinguere i punti, tanto più largo è il dominio del caso, potrà darsi che un individuo che usi questo metodo di localizzazione indichi alle volte dei punti abbastanza vicini a quello stimolato, altre volte dei punti più lontani entro la cerchia a cui la sensazione si è irradiata; sicchè in una lunga serie di esperimenti i risultati prevedibili a priori sono: 1.° una media più alta dell'errore di localizzazione; 2.° una maggiore uniformità nella distribuzione della frequenza delle grandezze degli errori, e, legato a questa, un valore più alto della variazione media. Il primo risultato dipende dall'ampiezza della zona irradiata e quindi dalla natura propria del processo psicologico della localizzazione; il secondo risultato dipende dalla maggiore casualità della localizzazione.

Ambedue questi risultati si verificano sperimentalmente.

Circa il valore dell' errore medio, si guardino nella tabella I i valori dei Sogg. G, H, I che seguono appunto questo metodo in prevalenza: vi è una considerevole differenza rispetto all'errore medio degli altri soggetti. E si confrontino per gli stessi Sogg. i valori della variazione media dati dalla tabella II: si vedrà che anche questi valori sono assai più alti di fronte a quelli degli altri Soggetti. Ma noi vorremmo ancora dei precisi controlli oggettivi che dimostrino che quando si segue il metodo della riproduzione l'errore medio è più basso e quando si segue il metodo del ritrovamento l'errore medio è più alto. Le sole deposizioni introspettive non sono sufficienti, anche per la difficoltà con cui alcuni Sogg., non abituati agli esperimenti, compiono l'analisi dei loro processi psichici; ci occorre dunque un mezzo oggettivo di controllo. Esso non può esser dato se non applicando il seguente principio metodico: isolare i due metodi, porre il Sogg. nelle condizioni di seguire necessariamente o l' uno o l' altro dei due metodi, e notarne i risultati in ordine alla grandezza dell' errore. Come si possono ottenere in pratica queste condizioni?

1.° Il primo procedimento che si affaccia alla mente consiste nel dividere l' esperimento di localizzazione in due serie: nella prima serie, dopo fatta la stimolazione si obbliga il Soggetto a lasciar trascorrere un certo lasso di tempo prima d' iniziare la localizzazione: allora infatti, cessata del tutto la sensazione permanente, l' unica via che rimane al Sogg. per localizzare consiste nel riprodurre a sè stesso diverse sensazioni, confrontandole con l' imagine della prima conservata nella memoria, finchè ne riconosce l' identità. Nella seconda serie invece s' invita il Sogg. a tenere la mano localizzatrice molto vicina alla regione stimolata, in modo da ridurre al minimo i movimenti e quindi anche il tempo tra la stimolazione e l' inizio della localizzazione, e lo si invita a localizzare immediatamente appena ha avvertita la sensazione, in modo che la ricerca del punto in cui la sensazione permane gli si presenti come la via più diritta per rintracciare il punto stimolato. Così i due metodi sarebbero isolati e non si dovrebbe fare altro che vederne i risultati.

Ma alla pratica questo procedimento non si presenta così

buono come appare in teoria. In primo luogo vi è il fatto che ciascun Sogg. è orientato in modo da seguire, spontaneamente, o l'uno o l'altro dei due metodi, ed è probabile che trovi più agevole il seguire quello verso di cui è orientato; se allora lo si costringe con unartificio a seguire il metodo opposto, è naturale che incontri maggiori difficoltà e sia quindi portato a commettere un maggior numero di errori. Quando dunque un Soggetto che spontaneamente localizza col « metodo del ritrovamento » viene costretto, con l'artificio di un lungo intervallo di tempo, a localizzare col « metodo di riproduzione », incontrerà una difficoltà tale che neutralizzerà gli effetti dell'uso di questo metodo, che sarebbero di abbassare il valore dell'errore medio e della variazione media. Bisogna dunque sempre tener conto del fattore ineliminabile dell'orientamento del Sogg. verso il metodo « intellettuale » o verso il metodo « sensoriale » della localizzazione. In secondo luogo, se la « prima serie » di controllo offre la garanzia che il Sogg. segua il metodo di riproduzione », la « seconda serie », quando sia applicata sistematicamente, non offre la garanzia che il Sogg. segua il « metodo del ritrovamento »: un Sogg. abituato al primo metodo potrà seguire il secondo se, qualche volta, è spontaneamente indotto a seguirlo, ma non si potrà orientare di proposito, e per tutta una serie di prove, verso un metodo che non gli è famigliare; il controllo, come si vede, va ottenuto con mezzi meno artificiali. In terzo luogo, il lasciar trascorrere un certo tempo tra la stimolazione e l'inizio della localizzazione, se vale a fare scomparire la sensazione permanente, vale anche ad attenuare la chiarezza dell'imagine tattile nella memoria; non solo, ma siccome la sensazione, specie se è intensa, si irraggia, col tempo anche nella memoria non resta più l'imagine precisa di un punto stimolato, ma di una sensazione vaga ricevuta da una larga regione entro cui è difficile distinguere i varî punti. Peggio ancora: l'imagine tattile non si mantiene a lungo nella memoria, mentre si mantiene molto più a lungo l'imagine visiva, ad essa associata e da essa suscitata, della *regione* (non del punto) in cui è caduta la stimolazione; quando l'imagine tattile è scomparsa, rimane l'imagine visiva, che è l'imagine visiva, ad essa associata e da essa suscitata, della localizzazione. Nelle prove da me fatte lasciavo trascorrere

15'' tra la stimolazione e l' inizio della localizzazione: la memoria tattile era già molto indebolita. Si conclude da ciò che occorre trovare il modo di *fare scomparire la sensazione permanente in un tempo breve, prima che si affievolisca nella memoria l' imagine della sensazione tattile stessa.* In quarto luogo, dicemmo che per avere una certa garanzia che il Sogg. adottasse il metodo del ritrovamento immediato, lo si invitava a tenere pronta la mano localizzatrice nelle vicinanze della regione in cui si sarebbe fatta la stimolazione; così non solo si diminuiva l' intervallo di tempo, ma anche si riduceva moltissimo il movimento, si eliminava l' incertezza dell'associazione tattilo-visivo-motrice, e quindi si facilitava moltissimo il ritrovamento del punto stimolato. Uno dei miei soggetti (F), giovanetto di 18 anni, intelligente, che si è molto interessato degli esperimenti, mi ha riferito di averli ripetuti per conto proprio, facendosi fare da altri la stimolazione; egli teneva la mano localizzatrice vicinissima al punto stimolato: in tal caso l' errore diveniva molto più piccolo. Perchè il controllo sia esatto bisogna dunque che il Sogg. sia spinto a seguire l' uno o l'altro dei due metodi pur trovandosi nelle condizioni normali di tutti gli esperimenti.

L' uso di questo mezzo di controllo mi fece vedere tutte queste gravi difficoltà; occorreva trovarne un altro che le evitasse e desse maggiore affidamento sull' esattezza dei risultati.

2.° Il secondo procedimento consiste nello studiare come varia l' errore di localizzazione in rapporto con l' intensità delle stimolazioni. Il principio metologico a cui questo procedimento risponde è lo stesso del primo: isolare l' uso dei due metodi, porre il Sogg. nelle condizioni di seguire l' uno ad esclusione dell' altro; quindi la sua validità teorica è altrettanto certa quanto quella del primo. In pratica esso evita le maggiori difficoltà offerte dal primo: evita anzitutto l' artificiosità della distribuzione in due serie: durante una serie di esperimenti, si possono fare le stimolazioni ora più intense, ora più deboli, e il Sogg. è allora tratto spontaneamente a seguire il metodo di riproduzione quando la sensazione permanente è scomparsa, e il metodo di ritrovamento quando, per la stimolazione più intensa, rimane ancora. Evita poi l' intervallo di tempo tra stimolazione e localizzazione: il solo modo, infatti, di ottenere

che la sensazione permanente scompaia in tempo breve, prima che si affievolisca l'imagine tattile nella memoria, è quello di produrre una sensazione poco intensa. Evita infine l'altro artificio della riduzione dei movimenti: il Sogg. si trova sempre nelle medesime condizioni durante tutto l'esperimento, ed è tratto ad adottare quel metodo di localizzazione che meglio risponde alle condizioni in cui è posto a volta a volta dall'intensità della stimolazione: è questo un modo naturale e spontaneo di risolvere, in ciascun caso, il problema della localizzazione (1). Se, dunque, le nostre conclusioni sono esatte, con l'uso di questo mezzo di controllo si deve osservare che *quando la stimolazione è più intensa, l'errore di localizzazione dev'essere più grande, quando la stimolazione è meno intensa, l'errore di localizzazione dev'essere più piccolo.*

Il risultato si verifica pienamente. Con maggiore larghezza che su altri Sogg. ho potuto osservarlo nel Sogg. G, in cui l'errore ha generalmente valori molto alti; la pressione esercitata corrispondeva, per gli stimoli forti, a circa 30 gr., e per gli stimoli deboli a circa 10 gr. I risultati sono enunciati nella seguente tabella (in decimi di mm.):

TABELLA VI.ª

Regione studiata	Errore medio		Variazione media	
	Stim. forti	Stim. deboli	Stim. forti	Stim. deboli
III.° Metacarpale . . .	97,373	82,115	39,442	31,623
V.° Metacarpale . . .	45,522	23,714	29,612	20,15
Avambraccio	110,266	93,80	58,30	37,216
3.ª falange dito medio .	21,40	11,5	10,811	7,518

Aggiungo, come conferma, un caso tipico accompagnato da una testimonianza introspettiva. Il Sogg. D (una signorina molto intelligente ed abituata ad osservare ed analizzare la

(1) S'intende che non vogliamo dire che il S. si proponga coscientemente di usare l'uno o l'altro metodo: questo è piuttosto l'effetto naturale delle condizioni in cui il S. si trova ogni volta che deve localizzare.

propria vita psichica con grandissima finezza) nella prima seduta seguiva, come risulta dalle sue dichiarazioni, il metodo del ritrovamento, mentre dalla seconda seduta in poi si orientò in maniera affatto diversa seguendo il metodo della riproduzione. Il cambiamento fu visibile in tutto il modo di procedere del Sogg.: la mano localizzatrice, nella prima seduta, sembrava inquieta e quasi nervosamente cercava di rintracciare il punto stimolato, con tanto maggior fretta quanto più la sensazione permanente sembrava che andasse affievolendosi ed irradiandosi; il processo della localizzazione durava poco, giacchè dopo qualche tentativo affrettato il Sogg. si fermava. Dalla seconda seduta in poi, la mano localizzatrice raggiungeva con calma la regione stimolata e tentava colla matita molti punti nelle vicinanze di quello eccitato; spesso si soffermava a provocare sensazioni in punti vicinissimi e non si fermava all' indicazione definitiva se non dopo un lungo esame: tutto dimostrava che il processo, da prevalentemente sensoriale, era divenuto intellettuale. Ebbene, nella regione del III Metacarpale (dove fu fatta la ricerca) il valore medio dell' errore, anche tolti i casi estremi, era nella prima seduta di 82,39, mentre la media complessiva di tutto l' esperimento fu di 42,929; nella regione del V Metacarpale si ebbe nella prima seduta una media di 76,30, di fronte ad una media complessiva (molto alta) di 67,62.

Aggiungiamo in fine che i nostri risultati concordano in parte con quelli ottenuti dal Ponzo (1). Egli dichiara di aver fatte poche ricerche sui rapporti tra la pressione e l' errore di localizzazione, e quindi non si ritiene autorizzato ad affermare conclusioni: ritiene che le variazioni di pressione dello stimolo non abbiano influsso sull' errore, ma nota che vi sarebbe una piccola diminuzione dell'errore con diminuire della pressione. Sul lato volare dell'avambraccio sinistro ha trovato, per uno stimolo di 10 gr./mm. un errore medio di 107,2 dmm., e per uno stimolo di 1 gr./mm. un errore medio di 97,5 dmm.; viceversa la variazione media crescerebbe, essendo, nei due casi, rispettivamente di 37,76 e 41 dmm. Il Ponzo, pur non dando importanza al fatto, lo attribuisce all' attenzione del Sogg., che

(1) Ponzo; op. cit., pp. 991-02.

sarebbe più concentrato quanto più lo stimolo è debole. Per i nostri esperimenti il fatto acquista un' importanza molto maggiore; la concentrazione dell' attenzione è senza dubbio un fattore di maggior precisione, ed è naturale che sia tanto maggiore quanto più debole è lo stimolo; ma essa ci appare piuttosto come il sintomo di tutto un atteggiamento diverso del Sogg., che localizza, quando l' eccitazione non lascia sensazione permanente, con tutti i procedimenti mentali della riproduzione, del confronto, del riconoscimento, mentre, quando lo stimolo lascia una sensazione permanente, è spinto piuttosto a localizzare inseguendo, per così dire, la sensazione nel suo affievolirsi e irradiarsi (1).

Dall' analisi delle curve della frequenza degli errori risulta, come vedemmo a suo luogo, che tutti i soggetti usano nel localizzare ora l' uno ora l' altro dei due metodi; ma che in ciascuno prevale o l' uno o l' altro atteggiamento. Aggiungiamo ora: 1.° che quando prevale il « metodo della riproduzione », la prevalenza è decisa: gli errori si raccolgono in gran numero intorno alla media, e pochi soltanto appaiono commessi sotto l' azione dell' altro metodo; invece la prevalenza del « metodo del ritrovamento » non è mai molto decisa: parecchie volte il Sogg. è costretto ad usare il metodo intellettuale. 2.° che, sebbene il numero dei Sogg. su cui ho fatto gli esperimenti sia relativamente ristretto, sembra che il metodo della riproduzione sia seguito più di frequente che il metodo del ritrovamento, Su 9 Sogg., in 6 prevale il metodo di riproduzione, in 3 il metodo del ritrovamento; nè in questi tre si possono ricercare, all'infuori del temperamento, caratteri comuni, essendo invece per grado culturale e sociale differentissimi. Ciò non ostante non mi credo autorizzato a trarre conclusioni generali su questo punto.

Giunti così al termine dell' analisi del processo psicologico della localizzazione, dobbiamo ritornare un poco sulle discussioni metodologiche svolte nell' introduzione. Ricordiamo in breve qual' era allora il problema. Noi ci trovavamo di fronte

---

(1) Il Sogg. H., giovane intelligente e colto, che segue questo procedimento, lo ha pittoricamente definito come un « andare a caccia » della sensazione.

a due metodi d'indagine della percezione spaziale tattile: il metodo della discriminazione, o 1.° metodo di WEBER, applicato col compasso estesiometrico, e il nostro metodo di localizzazione o 2.° metodo di WEBER; i due metodi davano risultati molto differenti, giacchè l'errore di discriminazione, o soglia discriminativa, era sempre enormemente maggiore dell'errore di localizzazione. Si trattava d'indagare la causa della differenza dei risultati e quindi anche d'interpretare il significato dei due metodi; la critica delle avverse teorie e i dati dell'esperienza ci fecero concludere che il metodo di localizzazione mette in giuoco tutta l'attività mentale del Sogg., il quale, se vuole localizzare, deve mettere in opera un complicato processo di elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali tattili, per cui deve afferrarle nellle loro caratteristiche, ricordarle, confrontarle, riconoscerne l'identità o la differenza, associarle con altre sensazioni e con imagini etc.: porre, insomma, le pure e semplici qualità sensoriali in un complesso di rapporti; e il risultato della localizzazione era una grande finezza nel distinguere i segni locali di punti vicini, e quindi un valore basso dell'errore medio di localizzazione. Questo processo di elaborazione intellettuale non interviene quando si usa il metodo di discriminazione, perchè il Sogg. non deve allora pronunziarsi altro che se avverte due sensazioni distinte o una sola: il Sogg. è lasciato più passivo, l'elaborazione intellettuale è appena rudimentale, e il risultato è un errore molto maggiore.

Ora noi, studiando i processi psichici suscitati dall'uso del metodo di localizzazione, o 2.° metodo di WEBER, abbiamo visto i suoi risultati scindersi a lor volta in due gruppi: vi è un gruppo di errori molto piccoli e un altro gruppo di errori più grandi (sebbene ancora molto minori della soglia discriminativa); ed abbiamo anche visto che il gruppo di errori più piccoli è il risultato di un atteggiamento mentale per cui il Soggetto svolge il processo di elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali in tutta la sua ricchezza e compiutezza, mentre il gruppo di errori più grande corrisponde ad una minore attività del pensiero, ad un atteggiamento che non diremo intellettualmente passivo ma nel quale certo il fattore intellettuale del processo di localizzazione è alquanto ridotto. Quell'atteggiamento mentale che abbiamo chiamato «metodo del ri-

trovamento » si avvicina per diversi rispetti a quanto accade con l' uso del metodo di discriminazione delle punte del compasso di WEBER: con questo metodo, infatti, le due punte del compasso possono venire distinte in quanto, pure irradiandosi nel contorno dei punti stimolati, non si confondono in una; e col « metodo del ritrovamento » due sensazioni vengono distinte solo in quanto quella che il Sogg. provoca a sè stesso con la sua matita non coincide con la sensazione primitiva tuttavia permanente e irradiata nel suo contorno: il che non esclude affatto che si possano distinguere, per i segni locali, anche sensazioni prodotte in punti più vicini, come si possono in genere distinguere entro l' ambito circoscritto dalle punte del compasso anche molto al di sotto della distanza di soglia. E con l' avvicinarsi dei due atteggiamenti psicologici si ha anche un avvicinamento nella grandezza dell' errore. Sicchè si potrebbe in certo modo stabilire una gradazione tra i due atteggiamenti messi in opera dal metodo di localizzazione e l' atteggiamento messo in opera dal metodo del ritrovamento (1).

La conclusione finale è che *l' errore di localizzazione è tanto più piccolo quanto più è messa in funzione l' attività*

---

(1) Chiamando « coefficienti principali dell' errore di localizzazione » quei fattori che determinano le grandezze medie più frequenti dell' errore stesso (cioè i due atteggiamenti fondamentali sopra descritti), possiamo dare il nome di « secondari » a quei coefficienti che fanno sentire i loro influssi più o meno sporadici nel determinare la grandezza dei singoli errori o di particolari gruppi di errori. Accenniamo brevemente a questi coefficienti, che sono tre: quelli che influiscono sulla grandezza dei singoli errori (l' *attenzione* e l' *adattamento*), e quello che agisce sul corso degli atti di localizzazione (l' *esercizio*).

Le variazioni dell' attenzione fanno risentire in due modi la loro efficacia sulla grandezza degli errori: 1.° determinando quelle piccole oscillazioni che sono contenute entro i limiti posti dalla variazione media: come la concentrazione del Sogg. oscilla durante l' esperimento, pur mantenendosi relativamente assai costante, così intorno al valore medio oscillano i singoli errori a seconda che, in ciascun caso, il Sogg. è stato più o meno attento. - 2.° determinando errori di grandezze estreme, nei casi eccezionali di disattenzione. Di questi errori, s' intende, non fu tenuto conto nel compilare le medie; essi sono tuttavia importanti perchè dalla maggiore o minore frequenza di queste eccezioni si può dedurre la minore o maggiore resistenza dell' attenzione del Soggetto. Così ad es. questi casi di disattenzione sono frequenti nei Sogg. B., F., G., H.; rari invece nei soggetti: D., una signorina di grande intelligenza e che mostrava il maggiore interessamento per gli esperimenti di psicologia; E., un giovinetto

mentale del soggetto, quanto più fine e complessa è l' elaborazione intellettuale delle qualità sensoriali. Ognuno vede l' importanza di questo risultato per l' analisi della percezione tattile dello spazio; su questo punto cercheremo di raccogliere alcune osservazioni conclusive nell' ultimo capitolo del presente lavoro.

V. — La direzione dell' errore.

Dell' errore di localizzazione, come dicemmo a suo luogo, durante gli esperimenti veniva segnata non soltanto la grandezza, ossia la distanza tra il punto stimolato e il punto indicato dal Sogg., ma anche la direzione, ossia la posizione del punto indicato rispetto alla regione della cute. Per prendere tali indicazioni ci si serviva di diagrammi, nei quali (v. gli esempi in fine di questo lavoro) il centro corrispondeva al punto stimolato, e tutti gli altri punti rappresentavano i punti indicati dal Sogg. in seguito alle successive stimolazioni. Per rendere più agevole la lettura dell' errore in grandezza e in direzione, abbiamo segnato, in questi diagrammi, intorno al centro alcuni

---

studente del liceo, molto studioso ed accurato: l' una e l' altro di temperamento calmo; I., la signorina cieca di cui abbiamo già parlato, e che naturalmente era meno di altri distratta da eventuali stimoli dell' ambiente esterno.

L' azione dell' adattamento è evidente in ogni principio della serie di esperimenti: essa si manifesta con la graduale scomparsa di quelle forti oscillazioni, nella grandezza dell' errore, che sono frequenti nell' inizio di ogni serie.

Intorno all' efficacia dell' esercizio non credo che i miei esperimenti, per quanto già abbiano condotto su larga scala le ricerche sulla localizzazione delle sensazioni tattili, siano sufficienti per risolvere il problema importantissimo dell' azione dell' esercizio: a tale scopo occorrerebbe ripetere le ricerche con l' espresso proposito di risolvere quel problema, che nel caso presente non si trovava in prima linea. Tuttavia è innegabile che una certa efficacia sia esercitata dalla ripetizione, in parte nel senso di rendere più sicura la localizzazione e quindi diminuire la grandezza dell' errore; in parte nel senso di rendere più facile l' attenzione ed evitare così quelle forti oscillazioni nella grandezza dell' errore, alle quali abbiamo già accennato; in parte infine nel senso di rendere più agile, e quindi più rapido, il processo mentale della localizzazione. L' efficacia dell' esercizio non si riscontra nelle prime sedute; nel seguito si manifesta e si accresce; se abbia un limite e quanto lontano, solo ulteriori ricerche dirette a questo scopo potranno accertarlo.

circoli concentrici distanti l' uno dall' altro di 5 mm., e abbiamo diviso l' intero cerchio in archi di 30 in 30 gradi.

Le direzioni principali dell' errore di localizzazione sono superficie volare dell'arto); *Ulnare* (U) quando cadono tra il punto stimolato e l' articolazione dell' arto (metà superiore del cerchio nei diagrammi); *Distale* (D) quando cadono tra il punto stimolato e l' estremità dell' arto (metà inferiore del cerchio); *Radiale* (R) quando cadono tra il punto stimolato e il lato radiale dell' arto (metà destra del cerchio nelle regioni del III Metacarpale e del V Metacarpale, nelle quali le stimolazioni erano fatte sulla superficie dorsale dell' arto; metà sinistra nell'Avambr. e nella 3.ª fal., in cui le stimolazioni erano fatte sulla superficie volare dell' arto); *Ulnare* (U) quando cadono tra il punto stimolato e il lato ulnare dell' arto (metà sinistra del cerchio nel III Metacarpale e nel V Metacarpale, metà destra nell' Avambr. e nella 3.ª fal.). Quando la direzione è più determinata, gli errori possono distribuirsi in un settore più ristretto, e allora avremo le direzioni: *prossimale-radiale* e *prossimale-ulnare, distale-radiale* e *distale-ulnare*. Infine possono darsi dei casi in cui gli errori si distribuiscono o lungo l'asse *longitudinale* o lungo l'asse *trasversale* dell'arto.

Dei trentacinque diagrammi ottenuti riportiamo solo alcuni esempi più espressivi; l' analisi completa conduce a queste osservazioni:

III Metacarpale. - Nel diagramma del Sogg. A si ponga mente al diametro 60.°-240.°; esso divide il diagramma in due semicerchi; è agevole il vedere che i punti indicati dal Soggetto si trovano quasi totalmente nel semicerchio di destra. Gli errori si distribuiscono dunque con forte prevalenza nella direzione radiale; sono anche più frequenti nella metà inferiore che nella metà superiore del cerchio, ossia vi è una tendenza alla direzione distale. Nel Sogg. B abbiamo ugualmente la predominanza delle direzioni radiale e distale sebbene non siano rari i punti contenuti nell' altra metà del diagramma; qui notiamo che gli errori più piccoli si distribuiscono in tutte le direzioni, mentre gli errori più grandi tendono nettamente a distribuirsi nella direzione radiale-distale. Nei Sogg. C. D, E è nettissima la direzione prossimale: quasi tutti i punti indicati si trovano nella metà superiore del cerchio. Nel Sogg. F pre

vale la direzione prossimale-radiale; nel Sogg. G prevale la stessa direzione e il campo di distribuzione dei punti è anche più limitato: essi sono nella quasi totalità compresi nel ristretto settore limitato dai raggi 0°-60°. Il Sogg. H commette i suoi errori quasi senza eccezione nella direzione prossimale; infine nel Sogg. I troviamo ancora prevalente la direzione prossimale con qualche tendenza anche alla direzione radiale. Riassumendo, la direzione prossimale prevale in 7 casi, la direzione distale in 2 casi; 5 Sogg. presentano pure nettamente la tendenza alla direzione radiale.

V Metacarpale. - Nel sogg. A prevale la direzione distale, nel Sogg. B la direzione prossimale; in C, D, F, G, I la dire-

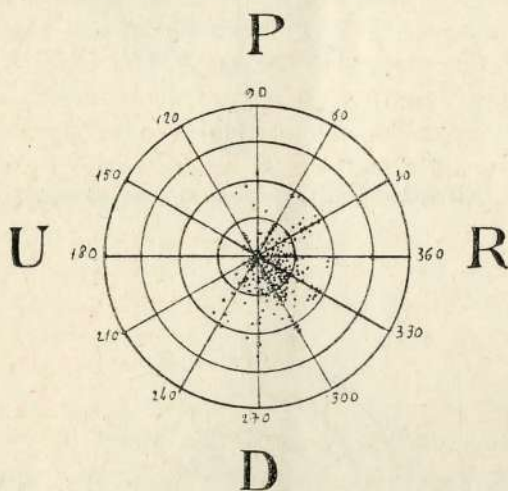



Diagramma n. 1. — Sogg. A - III° Metacarpale.

zione prossimale prevale insieme con la tendenza, più o meno spiccata, alla direz. radiale. In E gli errori si distribuiscono intorno al punto stimolato con una certa tendenza a prevalere lungo l'asse longitudinale del cerchio; in H invece la direzione nettamente prossimale si unisce ad una tendenza alla direzione ulnare, e gli errori si distribuiscono quasi totalmente nello stretto settore compreso tra i raggi 90°-150°.

Complessivamente in questa regione troviamo che la direzione prossimale prevale 7 volte, la direz. distale 1 volta, la tendenza longitudinale 1 volta; inoltre 6 Sogg. tendono alla direzione radiale e 1 Sogg. alla direzione ulnare.

Avambraccio. - Nel Sogg. A prevale la direzione distale: gli errori, piccoli di grandezza, si distribuiscono per tutta l'e-

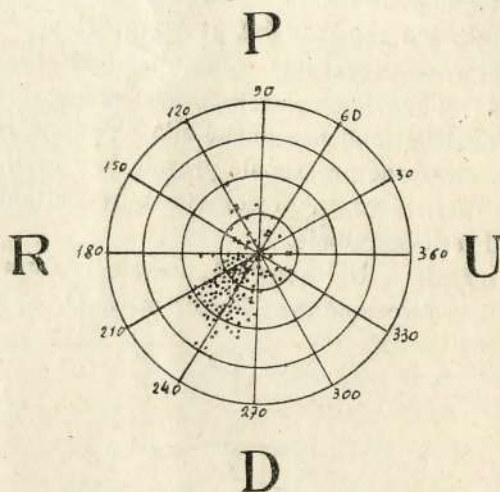



Diagramma n. 2. — Sogg. B - Avambraccio.

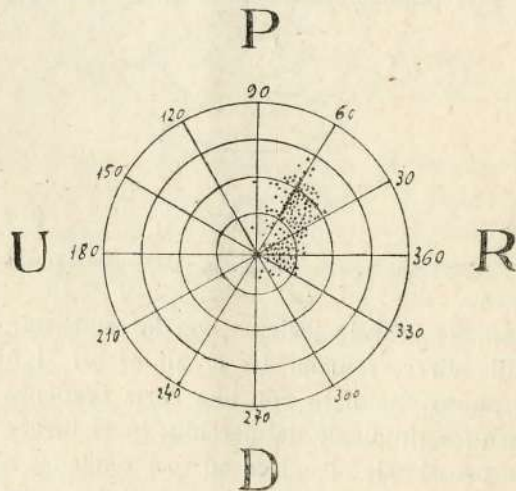



Diagramma n. 3. — Sogg D - V° Metacarpale.

stensione del semicerchio inferiore del diagramma. Invece nel Sogg. B si ha un altro caso di distribuzione degli errori in un settore ristrettissimo, compreso tra i raggi 210°-270°, con dire-

zione nettamente distale e radiale. La direzione distale, senz' altra determinazione, prevale ancora nettamente nei Sogg. D

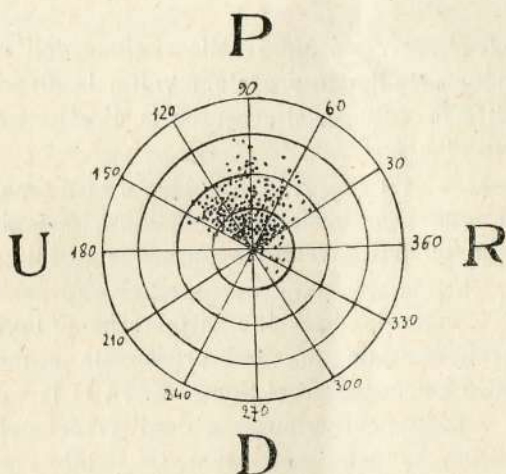



Diagramma n. 4. — Sogg. H - III° Metacarpale.

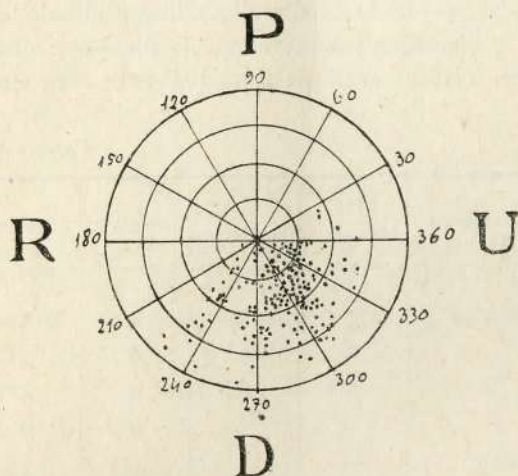



Diagramma N. 5. — Sogg. H - Avambraccio.

e G; nel Sogg. E abbiamo la direzione prossimale. In F è chiara la direzione ulnare, senz' altra determinazione; in H invece la direzione ulnare si accompagna ad una direzione

distale così netta, che solo 5 su 180 stimolazioni danno luogo ad errori in altra direzione. Nel Sogg. I la netta tendenza alla direzione distale si unisce a lieve tendenza alla direzione radiale.

Complessivamente, troviamo nella regione dell'avambraccio che la direzione prossimale prevale 1 volta, la direzione distale 6 volte; inoltre in 2 Sogg. si accentua la direzione radiale e in 2 la direzione ulnare.

3.ª Falange. - Nel Sogg. A è evidente la direzione ulnare; in B la direzione prossimale. In C la direzione ulnare si accompagna alla tendenza verso la direzione distale; in D troviamo prevalenti le direzioni opposte, cioè prossimale e radiale. In E è netta la direzione distale; in F invece si nota una certa tendenza alle direzioni prossimale e radiale: e la stessa tendenza è accennata nel Sogg. G. In H la sola tendenza accennata è verso una distribuzione degli errori nel senso dell'asse longitudinale del diagramma. In I infine si ripete la netta tendenza alle direzioni prossimali e radiali.

Complessivamente abbiamo in 5 casi la prevalenza della direzione prossimale, in 2 casi la prevalenza della direzione distale; 1 Sogg. presenta la direzione longitudinale; inoltre in 4 è evidente la direzione radiale e in 2 la direzione ulnare.

Possiamo riassumere quest'analisi nella seguente tabella:

TABELLA VII.ª (1)

Direzione prevalente	III.° Metacarp.	V.° Metacarp.	Avambrac.	3.ª falange	TOTALE
Prossimale . . .	7	7	1	5	20
Distale	2	1	6	2	11
Radiale	5	6	2	4	17
Ulnare	—	1	2	2	5
Longitudinale . .	—	1	—	1	2
Traversale . . .	—	—	—	—	—

(1) Come già avvertimmo, un Sogg. in una regione può commettere errori in un settore ristretto che risponda al tempo stesso a due direzioni, per es. prossimale e radiale o prossimale e ulnare etc. Il PONZO (op. cit.) ritiene impossi-

Da tutti i dati raccolti possiamo trarre le seguenti conclusioni:

1.° I punti indicati dal Sogg. non si distribuiscono mai uniformemente nè a caso intorno al punto stimolato, ma secondo una direzione precisa. Ogni volta che l'esperimento viene ripreso dopo una interruzione più o meno lunga, gli errori tornano a distribuirsi nella stessa direzione.

2.° Il settore nel quale si distribuiscono in prevalenza gli errori può essere, nei varî Sogg. e nelle diverse regioni, più o meno esteso; talvolta la direzione degli errori è così netta e precisa, che i punti indicati dal Sogg. si accumulano tutti in un settore ristrettissimo.

3.° Una regola generale sulla direzione degli errori non può essere data, perchè non c'è conformità di direzione nè tra i varî Sogg. nè, in uno stesso Sogg., nelle varie regioni studiate; in altri termini, se in una regione gli errori di un Sogg. assumono la direzione prossimale, è possibile che gli errori di un altro Sogg. assumano la direzione distale o altra direzione; e d'altro lato gli errori di un Sogg. possono avere una direzione in una regione, e altra direzione in altra regione. Tuttavia dai nostri esperimenti appare complessivamente che la direzione prossimale prevale sulla direzione distale (meno che nella regione dell'avambraccio); e la direzione radiale prevale sulla direzione ulnare.

VI. — **Conclusioni.**

Cerchiamo di rintracciare le linee conduttrici del nostro lavoro, per ricavare, dai risultati delle ricerche sperimentali, quelle indicazioni che possono fornirci per la soluzione di problemi aventi interesse psicologico e filosofico.

Partimmo dall'osservazione che le sensazioni tattili, pur

---

bile il distinguere le 4 direzioni principali e riduce tutto alle due direzioni longitudinale e trasversale; afferma poi che gli errori nella direzione longitudinale sono in prevalenza, fatta eccezione per poche regioni. Dai nostri esperimenti — fatti, in alcune regioni, su scala molto più vasta — risulta con certezza non solo che è possibile distinguere le 4 regioni principali, ma anche in molti casi determinare più strettamente il settore nel quale si accumulano gli errori di localizzazione.

essendo di qualità fondamentalmente unica, presentano delle sfumature, che siamo ormai abituati a distinguere a seconda del punto della superficie cutanea a cui riferiamo l'azione dello stimolo, e che hanno ricevuto il nome di «segni locali». A stretto rigore, ogni punto della superficie cutanea deve avere il suo «segno locale», ossia la sua particolare sfumatura di qualità che lo differenzia dagli altri punti; e quindi, teoricamente, dovrebbe essere possibile distinguere, e perciò localizzare, due punti vicinissimi della superficie cutanea, come dovrebbe essere teoricamente possibile distinguere due sfumature infinitamente simili di uno stesso colore. In realtà, per altro, la distinzione diventa possibile solo quando la differenza raggiunge una certa grandezza, al di sotto della quale le sensazioni appariscono, quanto al loro segno locale, identiche. L'esperimento poi dimostra che i segni locali non cambiano sempre nella stessa proporzione col mutare della distanza dei punti stimolati; poichè in certe regioni della superficie cutanea due punti distanti di un millimetro sono già così diversi da potersi distinguere senza errore, mentre in altre regioni occorre una distanza di parecchi millimetri perchè occorre una distanza di parecchi millimetri affinchè i segni locali appariscano nettamente differenti. Vi è dunque, per ciascuna regione, un limite nella possibilità di distinguere i segni locali, e quindi nella possibilità di localizzare le sensazioni rispetto ai punti della superficie cutanea su cui hanno agito gli stimoli.

Il primo problema che abbiamo cercato di risolvere era dunque quello d'indicare questi limiti: e la risposta l'abbiamo data indicando, per ciascuna delle regioni studiate, i valori dell'errore di localizzazione e della variazione media dell'errore stesso, in parte confermando, in parte correggendo i risultati ottenuti precedentemente da altri autori.

Ma noi non volevamo fermarci a questa indagine; noi volevamo sopratutto approfondire il processo psicologico della localizzazione. Che cos'è questa capacità di localizzare le sensazioni tattili? come nasce, come si forma, come si sviluppa, quali elementi la compongono, a quali risultati mette capo? Noi abbiamo descritti, sulla base degli esperimenti e delle osservazioni introspettive, i vari momenti di questo processo: l'avvertimento della sensazione con le sue particolarità caratteri-

stiche, l' intervento dell' associazione tattilo-visivo-motrice, il ricordo della sensazione primitiva, il giudizio di confronto tra le sensazioni primitive e le nuove sensazioni che il Sogg. provoca a sè stesso, il giudizio sulla direzione in cui è stato commesso l' errore e la sua correzione fino all' indicazione definitiva del punto stimolato. Abbiamo anche veduto che nei varî Soggetti prevalgono due tipi assai diversi di atteggiamento mentale nell' atto della localizzazione, l' uno più ricco di elementi intellettuali, più organico e completo, l' altro più istitivo e basato prevalentemente sugli elementi sensoriali; ed abbiamo dimostrato che il primo atteggiamento conduce a localizzare con una sicurezza e una precisione maggiore del secondo. In ultimo abbiamo reso conto di un risultato collaterale alle nostre ricerche, il fatto cioè che gli errori non si distribuiscono a caso intorno al punto stimolato,ma secondo certe precise direzioni sebbene non identiche nei varî Sogg. e nelle varie regioni studiate.

Fenomeno complesso è, dunque, quel processo mentale che ha per obiettivo la localizzazione delle sensazioni.

Ma con tale processo non è terminato il lavorìo di elaborazione intellettuale delle qualità tattili. Fino a questo punto, infatti, abbiamo mostrato soltanto quali attività mentali (memoria, processo di confronto, riconoscimento) conducano a individuare le sensazioni secondo la loro qualità e le loro sfumature, a distinguerle, a paragonarle; ma ancora queste sfumature, questi particolari caratteri che servono a distinguere l' una dall' altra e a riconoscere le diverse sensazioni tatili, non hanno il *significato locale*, non hanno il valore di segni di *luoghi*, di *punti* diversi, e tanto meno vengono aggregati insieme in maniera da generare quel complesso di rapporti che è la rappresentazione tattile dello spazio, lo « spazio tattile ». Come accade, dunque, che certi particolari caratteri qualitativi delle sensazioni tattili finiscono coll' acquistare il significato *locale?* come si enuclea, dalle qualità tattili, la rappresentazione tattile dello spazio?

Anzitutto notiamo che una sensazione tattile per sè presa, isolata, non ha *luogo*, come, a rigore, non si potrebbe dire neppure che abbia un certo grado d' intensità: una sensazione isolata è quel che è, col complesso delle sue note; soltanto con-

frontandola con altre sensazioni aventi note diverse possiamo dire che l' una è più intensa dell' altra, o che l' una è in un luogo diverso da quello dell' altra. Soltanto dal *confronto* nasce la graduazione delle intensità, come soltanto dal confronto nasce la distinzione locale dei punti stimolati. E come confrontando tre sensazioni d'intensità differente possiamo dire ad es. che l' intensità della prima è « più simile » all' intensità della seconda che all' intensità della terza, così dallo stesso confronto delle sensazioni in ordine al segno locale possiamo dire che la prima è « più vicina » alla seconda, la terza ne è « più lontana ». Si stabilisce in tal modo, per mezzo del confronto, una serie di rapporti tra le sensazioni tattili in ordine a quel carattere, che si è convenuto di chiamare il segno locale: questo complesso di rapporti, questa forma di ordinamento delle sensazioni, costituisce lo spazio tattile. *L' atto mentale del confronto ha per risultato di porre tra gli oggetti confrontati (le sensazioni) un rapporto; tale rapporto consiste sempre in una differenza qualitativa, la quale nel nostro caso assume il valore di differenza locale, come nell' altro caso assumeva il valore di differenza intensiva.*

Tuttavia dobbiamo ritenere che se le sensazioni tattili non si concatenassero con tutte le altre sensazioni, e in particolare con quelle muscolari, articolari e con quelle visive, codeste differenze qualitative non assumerebbero quel significato di differenze spaziali che hanno nel complesso sistema della nostra esperienza esterna. Fissiamo, per dimostrare questa tesi, la nostra attenzione sopra un esempio concreto. Abbiamo già detto che i segni locali non si modificano nella stessa proporzione in tutte le regioni della superficie cutanea: due punti distanti 2 millimetri sul polpastrello delle dita differiscono tra loro quanto due punti distanti 8 o 10 millimetri sul braccio, e così via. Allora, se noi ci affidassimo esclusivamente al giudizio di confronto portato sul segno locale delle sensazioni tattili, se, in altri termini, per giudicare la grandezza della distanza tra due punti non avessimo altro mezzo che di valutare il grado di somiglianza dei rispettivi segni locali, nell' esempio assunto dovremmo giudicare uguali le due distanze. Ma qui interviene in primo luogo il « tatto attivo » ossia la combinazione e complicazione del tatto col movimento. Mediante l' associazione

coi movimenti noi ci accorgiamo che, supposta immutata la velocità della mano localizzatrice, il tempo che occorre per passare dall' uno all' altro dei due punti stimolati sul polpastrello delle dita è minore del tempo che occorre per passare dall' uno all' altro dei due punti stimolati sul braccio; e così possiamo valutare la distanza, che nel secondo caso è maggiore che nel primo. I giudizî fondatî sulle sensazioni muscolari e articolari di movimento correggono dunque quelli molto inesatti fondati sulle pure sensazioni tattili e incominciano ad assumere il vero valore di giudizi sulle relazioni spaziali.

L' associazione con le sensazioni visive, poi, fornendoci più esatta notizia di quegli stessi elementi (forme, dimensioni, superfici, volumi) che già ci venivano fatti conoscere dal tatto attivo, completa la valorizzazione di certi caratteri delle sensazioni tattili per la costruzione della rappresentazione spaziale; osservando ripetutamente che il tatto attivo da un lato e la vista dall' altro ci fanno conoscere i medesimi oggetti, sebbene sotto aspetti così differenti, finiamo coll' attribuire agli oggetti appresi mediante il tatto i caratteri che sappiamo risultarci dalla loro conoscenza visiva. Allo stesso modo che, ad esempio, vedendo una superficie lucida di un metallo, o un foglio di carta cilindrata, o un vetro, ci viene richiamata alla mente, per strettissima associazione, l'impressione tattile del liscio che proveremmo se vi muovessimo sopra le dita, mentre il vedere un foglio di carta smerigliata ci richiama subito alla mente l' impressione del ruvido, — così i segni locali, le sensazioni muscolari e articolari connesse coi movimenti e le sensazioni visive che ci forniscono notizie dei rapporti spaziali si richiamano così strettamente e si integrano in modo da contribuire insieme alla costruzione della nostra complessa rappresentazione dello spazio. L' abitudine poi, sorgente di tante illusioni, fa sì che noi riteniamo propri di certe sensazioni, originarî, inerenti ad esse, certi caratteri, che derivano invece dall' associazione con altre sensazioni.

Se dunque ci domandiamo, riassumendo e concludendo, qual' è la genesi della rappresentazione tattile dello spazio, dobbiamo rispondere: *essa è il risultato dell' elaborazione delle sensazioni tattili per opera del pensiero, il quale scorge in esse certi particolari caratteri che permettono di distinguerle e di*

porle l' una rispetto all' altra in determinati rapporti, i quali, associati coi rapporti spaziali emergenti dalle sensazioni muscolari e articolari connesse coi movimenti, e dalle sensazioni visive, finiscono coll' assumere essi pure il valore di rapporti spaziali.

Quando l' empirismo afferma che la rappresentazione dello spazio prende origine da elementi ultimi non spaziali, ha ragione, nel senso che, in ultima analisi, i dati che forniscono al pensiero gli elementi per l' enucleazione dei rapporti spaziali, sono sempre dati sensoriali, caratteri qualitativi delle sensazioni. Questi caratteri qualitativi hanno *fin dall' origine* il significato spaziale? *No,* essi, come risulta da tutte le nostre ricerche sperimentali, acquistano il significato spaziale solo in seguito al complicato processo di elaborazione intellettuale che finisce col costruire la rappresentazione spaziale tattile e della quale abbiamo assistito, nel corso del nostro lavoro, alle fasi di formazione e di sviluppo.

Perchè, poi, quei particolari rapporti che la nostra mente ha così stabilito tra i dati sensoriali — siano essi tattili o visivi o muscolari o articolari — abbiano nel complesso della nostra esperienza esterna il significato di rapporti spaziali, come altri hanno il significato di rapporti di tempo e altri ancora il significato di rapporti d' intensità, questo è un mistero che nessuno può rivelare, perchè trova la sua spiegazione soltanto nella struttura della mente umana.

Novembre 1916.